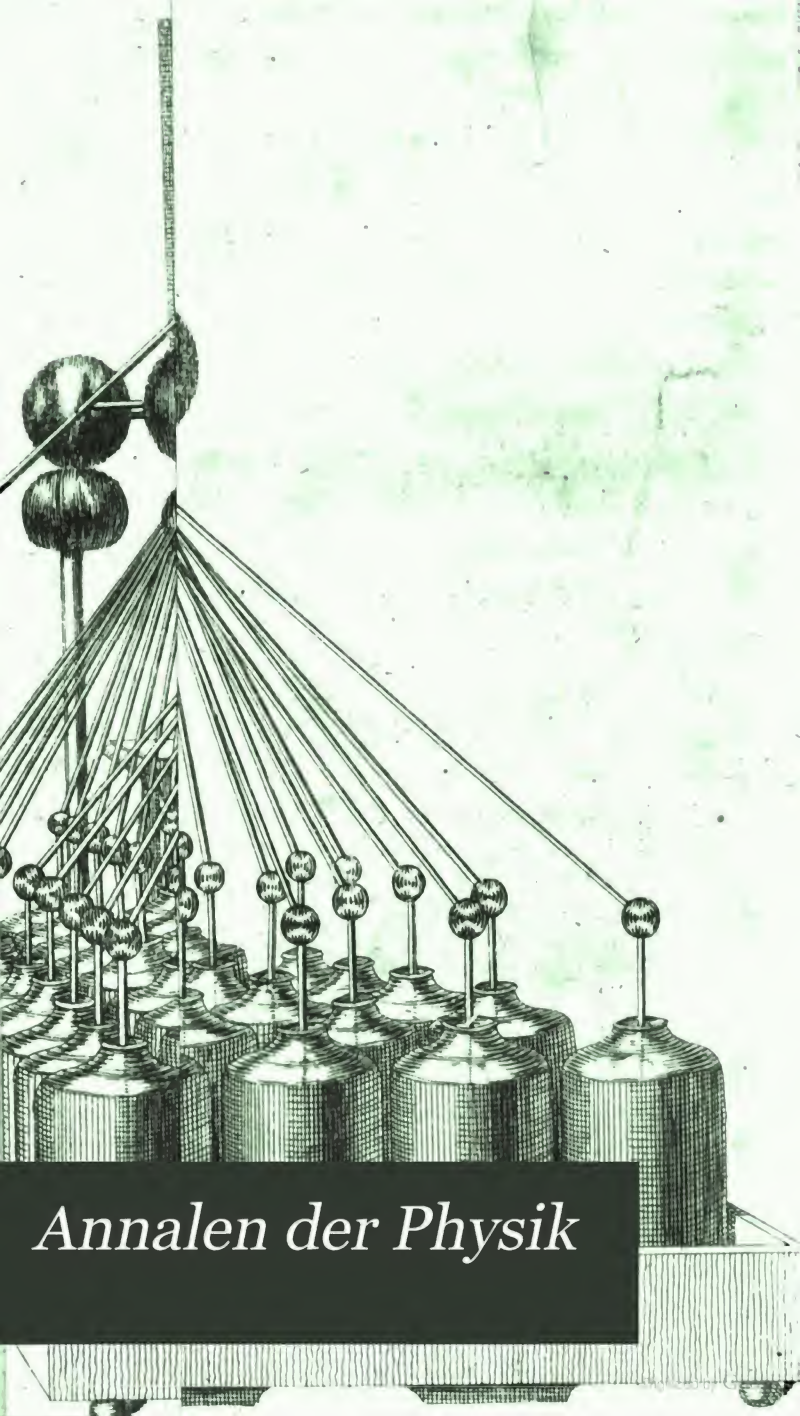


Annalen der Physik

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

PH
6445.B

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK

ANGEFANGEN

VON

D. FRIEDR. ALBR. CARL GREN,

FORTGESETZT

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

PROFESSOR ZU HALLE.

Linc.

ERSTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1799.

Digitized by Google

Digitized by Google

SEINER EXCELLENZ

DEM

HERRN

EBERH. JUL. WILH. ERNST VON MASSOW,

WIRKLICHEM GEHEIMEN STAATS- UND JUSTIZ-MINISTER, UND CHEF DES GEISTLICHEN DEPARTEMENTS.

Digitized by Google

Digitized by Google

Hochgeborner Herr Staatsminiſter,
Gnädiger Herr!

Ew. Excellenz haben während der kurzen Zeit, daſs unſre Univerſität das Glück hat, ſich Hoch Dero Aufſicht und Fürſorge zu erfreuen, ſchon ſo vieles für das Wohl des Ganzen und zum Nutzen einzelner Wiſſenſchaften gethan, daſs jeder Lehrer derſelben, und ſo auch ich, Ew. Excellenz als unmittelbaren Beſchützer und Beförderer ſeiner Wiſſenſchaft zu verehren verpflichtet, und Hoch Denenſelben dafür öffentlich ſeinen Dank zu ſagen berechtigt iſt. Geruhen Ew. Excellenz die Jahrbücher einer Wiſſenſchaft, mit deren Vortrag ich mich ſeit dem Tode Gren's beſchäftige, als einen Beweis dieſer meiner unterthänigſten Dankbarkeit und als ein Zeichen des Ernſtes, womit ich der Naturkunde obliege, gnädigſt anzunehmen. Gewiſs werden Ew. Excellenz auch den phyſikaliſchen

Digitized by Google

Wissenschaften die Unterstützung ertheilen, die sie nach Maafsgabe ihrer Nützlichkeit und des Aufwandes, der mit ihnen nothwendig verknüpft ist, verdienen; und auf welche Art das auch geschehen möge, immer werden Hoch Dieselben sich dadurch ein bleibendes Verdienst um die Verbreitung einer der gemeinnützigsten und cultivirendsten Wissenschaften erwerben.

Mit der tiefsten Ehrfurcht verharre ich

Ew. Excellenz

Halle, den 28sten Mai 1799.

unterthänigster
L. W. Gilbert.

Digitized by Google

Vorrede.

Zweck und Plan dieſer Zeitſchrift deutet der Titel hinreichend an, den der ſel. Gren für ſie gewählt hat. Sie iſt zu Jahrbüchern der Phyſik beſtimmt, ſoll, was in dieſer Wiſſenſchaft jetzt gethan wird, zur allgemeinern Kenntniſs in unſerm Vaterlande bringen, und zugleich zu einer Art von Niederlage für das Neue in der Naturkunde auch zum künftigen Gebrauche dienen.

Aus dieſem Geſichtspunkte glaubte ich die Annalen betrachten zu müſſen, als ich beim Tode Gren's die Herausgabe derſelben übernahm; ihn werde ich auch fernerhin feſthalten, und hoffe in Vereinigung mit den vortrefflichen Männern, die mir ihre Beihülfe als Mitarbeiter theils ſchon bewährt, theils noch haben hoffen laſſen, im Stande zu ſeyn, dieſe Zeitſchrift wirklich zu dem zu erheben, was ein Herausgeber derſelben billig beabſichtigen muſs.

Die reichſte Quelle, aus der hierbei zu ſchöpfen iſt, ſind unſtreitig die phyſikaliſchen Zeitſchriften der Ausländer und die Arbeiten ihrer gelehrten Geſellſchaften. Sie werde ich, wo möglich, vollſtändig benutzen, und alle phyſikaliſche Abhandlungen aus ihnen bald in Ueberſetzungen, bald in Auszügen liefern. Daſs vielleicht eine dieſer Abhandlungen zugleich in irgend ei-

Digitized by Google

nem andern deutſchen Journale überſetzt wird, kann kein Grund ſeyn, ſie von den Annalen auszuſchlieſsen, ohne den eigentlichen Zweck dieſer Jahrbücher aus den Augen zu ſetzen, und Nachleſen hoffe ich nicht zu laſſen. Aber das bloſs Chemiſche, wofür es ſchon mehrere deutſche Journale giebt, bleibt von den Annalen ausgeſchloſſen, wogegen es zu wünſchen wäre, daſs die Herausgeber chemiſcher Zeitſchriften den Annalen das bloſs Phyſikaliſche überlieſsen. Mit Herrn Bergrath Scherer habe ich mich darüber in der That vereinigt, und verdanke ihm ſchon einige phyſikaliſche Abhandlungen, die er mir in Folge dieſer Uebereinkunft zugeſtellt hat. — Einzelne kleine phyſikaliſche Schriften und Brochüren der Ausländer ſind Aufſätzen in periodiſchen Blättern gleich zu achten, und ſollen eben ſo benutzt werden. Gröſsere franzöſiſche und engliſche Werke, die ohnedies durch Ueberſetzung ſchnell bekannt werden, können in der Regel nicht mit in dieſen Plan fallen, es ſey denn, daſs beſondere Umſtände einen Auszug, oder eine Ueberſetzung einzelner Stellen, oder eine Beurtheilung derſelben riethen. Phyſikaliſche Werke in Sprachen, aus denen wenig überſetzt wird, machen jedoch billig eine Ausnahme, und ich freue mich, dem Leſer hier Auszüge aus den intereſſanteſten phyſikaliſchen Schriften, die in Schweden erſcheinen, beſonders aus den unüberſetzten Theilen der Schriften ſchwediſcher Akademien, welche mir ein Paar thätige Phyſiker zugeſagt haben, verſprechen zu dürfen.

Daſs die Annalen an Arbeiten und Verhandlungen deutſcher Phyſiker nicht arm bleiben werden, das be-

Digitized by Google

weiſen mir die intereſſanten Aufſätze, die ich von mehrern unſrer vorzüglichſten Phyſiker ſchon erhalten habe, und die in den nächſten Stücken neben Cavendiſh's Verſuchen über die Dichtigkeit der Erde, mit ſo bewundernswürdiger Genauigkeit und mit ſo vielem Scharfſinne ſie auch angeſtellt ſind, neben Huddart's Unterſuchungen über die Gebilde durch irdiſche Strahlenbrechung, Venturi's hydrodynamiſchen Verſuchen u. ſ. f., ihre Stelle mit Ehre behaupten werden.

Analogie zwiſchen den behandelten Materien ſoll die Auswahl der Aufſätze für jedes Stück mehr beſtimmen, als das Verlangen, Novitäten zu liefern. Nichts ſcheint mir mit wahrer Wiſſenſchaft weniger vereinbar zu ſeyn, als die einreiſſende Sucht nach bloſſen Novitäten und das Haſchen nach allem Neuen, mit dem man ſich ſtatt eines gründlichen Studiums begnügt. Mir iſt es um wahre Wiſſenſchaft, um deren Verbreitung und Beförderung zu thun, und jener Sucht werde ich ſo wenig als möglich fröhnen.

Der Herausgeber.

Verbeſſerung. S. 144 leſe man ſtatt Fig. 6, Fig. 4, und ſo bei den folgenden Figuren auf Taf. VII.

INHALT.

Erſten Bandes erſtes Stück.

I. Bemerkungen über das hydroſtatiſche Cylindergebläſe des Herrn *D.* Baader, von *M.* A. F. Lüdicke, Lehrer der Mathematik an der churfürſtlichen Landſchule in Meiſen. Seite 1

II. Bemerkungen über die ſehr beträchtlich hohen und groſſen Feuerkugeln, von *M.* A. F. Lüdicke 10

III. Ueber die Phänomene natürlicher Phosphoren in atmoſphäriſcher Luft, in Sauerſtoffgas und andern Gasarten, vom Bürger Lazaro Spalanzani zu Pavia 33

IV. Bequeme Art, kohlenſaure mineraliſche Waſſer nachzumachen, von Herrn *D.* Fierlinger in Wien 64

V. Beſchreibung einer groſſen electriſchen Batterie von 550 Quadratfuſs Belegung, und einiger damit angeſtellten Verſuche, von Herrn *D.* van Marum in Haarlem 68

VI. Fortgeſetzte Verſuche über den Einfluſs der Electricität auf den Puls und die unmerkliche Ausdünſtung, von Herrn *D.* van Marum in Haarlem 88

VII. Verſuche, welche beweiſen, daſs die Kohle Waſſerſtoff enthält, von Herrn *D.* van Marum in Haarlem 100

VIII. Experimente, um die ſtrahlende Electricität nachzumachen, welche man bei den vom Blitze getroffenen Ableitern wahrgenommen hat, von Herrn *D.* van Marum in Haarlem 109

IX. Experimente über verſchiedene Gegenſtände, von Herrn *D.* van Marum in Haarlem 112

Erſten Bandes zweites Stück.

I. Beſchreibung einer genauen und bequemen *Wage*, nach einer neuen Vorrichtung, von *M.* A. F. Lüdicke in Meiſen 123

II. Beſchreibung eines *Mikrometers*, die Durchmeſſer ſchwacher Saiten zu meſſen, von *M.* A. F. Lüdicke 137

III. Beſchreibung einiger Vorrichtungen und Verſuche, welche beſtimmt ſind, darzuthun, daſs mehrere *tropfbare Flüſſigkeiten*, wenn man ſie vom Drucke der Atmoſphäre befreiet, in den Zuſtand *elaſtiſcher Flüſſigkeiten* übergehen; von Herrn *D.* van Marum in Haarlem 145

IV. Beſchreibung des von Herrn Haſſenfratz neu verbeſſerten Ramsdenſchen Areometers 158

Zuſatz des Herausgebers 162

V. Geſchichte der Naturwiſſenſchaft, als akademiſche Vorleſungen vorgetragen, von *D.* F. A. C. Gren; ein Fragment aus deſſen nachgelaſſenen Papieren 167

VI. Beobachtungen und Bemerkungen über das Leuchten der fliegenden Johanniswürmchen, von *D.* Joachim Carradori zu Prato 205

Digitized by Google

Anhang. Carradori's Einwürfe gegen Spalanzani's Bemerkungen über das Leuchten des faulen Holzes und der Johanniswürmchen S. 209
VII. Verſuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten, von Herrn Grafen von Rumford in London 214
VIII. Electriſche Verſuche über verſchiedene Gegenſtände, von Herrn *D.* van Marum in Haarlem. Fortſetzung 239
IX. Mathematiſche Correſpondenz aus Nicholſons Journal der Phyſik 250

Erſten Bandes drittes Stück.

I. Verbeſſerung des Bennetſchen Electrometers, von Will. Nicholſon 253
II. Electriſche Erfahrungen über verſchiedene Gegenſtände, von Herrn *D.* van Marum in Haarlem. Beſchluſs 256
III. Beiträge zur Hygrometrie, von M. A. F. Lüdicke.
1. Bemerkungen über den Mechanismus des Sauſſürſchen Hygrometers 282
2. Beſchreibung eines neuen Mechanismus für Haarhygrometer 290
3. Beſchreibung eines Mechanismus für das Lowitziſche Hygrometer 297
4. Vergleichung des Steinhygrometers mit dem Haarhygrometer 306
Zuſatz. Hochheimers Vorſchlag eines Glashygrometers 314
IV. Ueber ein merkwürdiges Phänomen in der Meteorologie, von Herrn von Sauſſüre 317
V. Verſuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten, von Herrn Grafen Rumford in London. Fortſetzung 323
VI. Beſchreibung der verbeſſerten Luftpumpen von Sadler und Prince 352
VII. Beſchreibung einer neuen hydrauliſchen Maſchine der Bürger Montgolfier und Argant 363
VIII. Ueber einige Eigenſchaften des Platins, vom Bürger Guyton 369
IX. Ueber die Electricität des Waſſers, von J. Breſſy. (Aus einem Briefe.) 375

Erſten Bandes viertes Stück.

I. Beſchreibung einer ſehr einfachen Luftpumpe, welche die gewöhnlichen an Güte übertrifft, von Herrn *D.* van Marum in Haarlem 379
II. Ueber den bisher noch nicht beachteten Einfluſs der Adhärenz auf die Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts feſter Körper, vom Bürger Haſſenfratz 396

Digitized by Google

III. Vorschläge zur Vervollkommnung der Areometer, von L. A. von Arnim S. 412
Anmerkung zum Aufsatze des Bürg. Hassenfratz 423
IV. Specifische Gewichte einiger im Wasser auflöslicher Stoffe, bestimmt vom Bürger Hassenfratz 425
V. Bemerkungen über das eigenthümliche Gesetz, wonach erkaltendes Wasser nahe beim Frostpunkte seine Dichtigkeit ändert, und über die auffallenden Wirkungen dieses Gesetzes in der Oekonomie der Natur; sammt Vermuthungen über die Endursache der Salzigkeit des Meers, vom Grafen Rumford in London 436
VI. Einwürfe, welche Herr Prof. de Lüc der Theorie des Grafen Rumford über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten entgegen stellt, mit Bemerkungen des Herausgebers 464
VII. Ueber das Gefrieren des Wassers, vom Prof. Heller in Fulda 474
VIII. Versuche mit künstlicher Kälte; angestellt von Fourcroy, Guyton, dem Grafen von Muffin Puschkin, Zanetti, Rouppe und Hassenfratz 479
IX. Ueber die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die reinen Erden.
1. Brief des Herrn von Humboldt an den *D.* Ingenhouss über die Eigenschaft einiger Erden, die atmosphärische Luft zu zersetzen 501
2. Brief Saussüre des Sohns, in welchem bewiesen wird, dass die reinen Erden den Sauerstoff nicht absorbiren 505
3. A. F. von Humboldt's Antwort an Delamétherie über die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die einfachen Erden 509
4. A. F. von Humboldt über die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die einfachen Erden, und über den Einfluss derselben auf die Kultur des Bodens 511
X. Bemerkung gegen Hassenfratz's Behauptung von dem Einflusse der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichts; Hassenfratz's Antwort; Bemerkungen über beide 515

Digitized by Google

VORREDE.

Das Publicum erhält dieſe Zeitſchrift leider nicht mehr aus den Händen des Mannes, welcher ihre Herausgabe übernommen hatte, und deſſen Name auf dem Titelblatte ſteht. Am 26ſten November dieſes Jahres endigte Gren ſeine ruhmvolle irdiſche Laufbahn, indem ſein längſt zerrütteter Körper, ſeit dem 17ten deſſelben Monats von einem heftigen Fieber überfallen, dieſem durch Krämpfe und Blutauswürfe verſtärkten Angriffe nicht länger zu widerſtehen vermochte. Eine ausführliche Nachricht von den vielen phyſiſchen Uebeln, welche der Verſtorbene erlitt, wird in ſeiner Biographie die rechte Stelle finden, deren Herausgabe ich mir an einem andern Orte vorbehalte.

Gren ſtarb für die Wiſſenſchaften zu früh, — dies iſt das allgemeine Urtheil der gelehrten Welt: aber er ſtarb auch für ſeine Familie zu früh, — dies darf man mir glauben, da ich mit ihm verſchwiſtert war, und gleich nach ſeinem Tode auf einige Zeit hierher eilte, um die Angelegenheiten der hinterbliebenen Familie in Ordnung zu bringen.

Die gröſsere Hälfte dieſes Heftes der Annalen fand ich bei meiner Ankunft ſchon abgedruckt, und in des Verſtorbenen Papieren den Theil des Manuſcripts eigenhändig bezeichnet, welcher noch für das erſte Heft beſtimmt war. Hiernach habe ich den

Digitized by Google

weitern Abdruck deſſelben anordnen zu müſſen geglaubt.

Da mit Grens Tode das Bedürfniſs einer ſolchen Zeitſchrift Behufs der Phyſik nicht aufhört; ſo hat die Verlagshandlung die Fortſetzung derſelben beſchloſſen, und dem ſonſt ſchon rühmlichſt bekannten Herrn Profeſſor Gilbert übertragen. Sie wird durch dieſen Tod um ſo weniger unterbrochen werden dürfen, da ſich in den Papieren des Verſtorbenen noch Materialien für mehrere Hefte vorgefunden haben, welche dem Herrn Profeſſor Gilbert ſchon von mir überliefert worden ſind. Unter andern erhält das Publicum im folgenden Hefte ein ſehr intereſſantes Fragment zur Geſchichte der Phyſik, welches noch aus Grens Feder gefloſſen.

Die Korreſpondenten des Verſtorbenen werden nun hierdurch recht ſehr erſucht, dieſes Journal auch durch Ihre gütigen Beiträge unter den bisherigen Bedingungen zu unterſtützen, und ſolche an den Herrn Profeſſor Gilbert oder an die Verlagshandlung einzuſenden. Denen, welchen Berlin näher gelegen iſt als Halle, ſteht es auch frei, ihre Beiträge an mich zu übermachen, und ich werde mich, zu Begünſtigung dieſes wiſſenſchaftlichen Inſtituts, willig der Weiterbeförderung derſelben unterziehen. Halle den 13ten Dec. 1798.

KARSTEN,
Königl. Pr. Oberbergrath.

ANNA-

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

I.

BEMERKUNGEN
über das hydroſtatiſche Cylindergebläſe des Herrn D. BAADER,

von

M. A. F. LÜDICKE,

Lehrer der Mathematik an der churfürſtl. Landſchule in Meiſsen.

Da das hydroſtatiſche Cylindergebläſe des Herrn D. Baader mir bei meinen phyſikaliſchen und mechaniſchen Arbeiten ſehr groſsen Vortheil gewährt: ſo wiederhole ich hier die Beſchreibung dieſes ſehr nutzbaren Inſtruments; theils, um es, wie ſelbiges es wirklich verdient, bekannter zu machen, theils, um einige Zuſätze zu bemerken, die ich zu Vermehrung der Nutzbarkeit deſſelben und zu meiner Bequemlichkeit beigefügt habe.

Die ganze Einrichtung dieſes Gebläſes iſt *Tab. II. Fig.* 4. in dem zehnten Theile der wahren Gröſse vorgeſtellt. *ab* ſtellt die längſte Seite oder

Digitized by Google

vielmehr den verticalen Durchſchnitt eines Tiſchblattes vor, welches 1 Dresd. Elle lang, 18 Zoll breit und 1 Zoll dick iſt. Das Geſtelle dieſes Tiſches iſt hier des Raumes wegen weggelaſſen worden; es iſt übrigens ein ganz gewöhnliches Tiſchgeſtelle, deſſen Höhe ſo eingerichtet worden, daſs man vor dem Tiſche ſitzen und vor der Löth- oder Glaslampe bequem arbeiten kann. Die Linien *dufg* ſtellen den Durchſchnitt eines Cylinders von weiſsem Bleche vor, deſſen Durchmeſſer $9\frac{1}{2}$ Zoll, und deſſen Höhe $26\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Er iſt oben offen, unten mit einem Boden verſehen, und ſteht vermittelſt drey ſtarker Blechfüſse ſo auf dem Tiſchblatte, daſs deſſen Achſe oder der Mittelpunct des Bodens ſich über dem dritten Theile der Länge des Tiſchblattes befindet. Durch den Mittelpunct des Bodens geht eine blecherne, ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll weite Röhre vertical ſo weit in die Höhe, daſs deren obere Kante mit dem obern Rande des Cylinders in einer Ebene liegt. Mit dieſer Röhre iſt unten eine horizontale Röhre verbunden, welche unterhalb des Bodens angelöthet iſt und auſser dem Cylinder bey *cd* um 5 bis 6 Zoll vorſteht. Dieſe Röhre führt einen luftdichten Hahn und hat bei *c* eine ſanft-coniſche Mündung, in welche das umwickelte Ende eines krumm gebogenen Löthrohrs feſtge-

Digitized by Google

ſteckt und nach Erforderniſs herumgedreht werden kann. Bei *b* befindet ſich ein Hahn an den Boden angelöthet, deſſen Oeffnung durch den Boden geht, und deſſen Mündung über den vordern Rand des Tiſchblattes ein wenig hervorragt. Der Boden des Cylinders muſs mit erhabenen oder halbrunden Blechleiſten unterhalb ſehr gut verſehen und geſteift ſeyn, damit der anſehnliche Druck des in dem Cylinder befindlichen Waſſers den Boden nicht ungleich und uneben oder ſchief drücken und die Röhre *no* aus ihrer verticalen Lage oder ihre obere Mündung aus der Mitte des Cylinders verrücken könne. In dieſer Abſicht kann man auch dieſe Röhre innerhalb durch blecherne Strebebänder mit dem Boden verbinden. Ich habe jedoch dieſes nicht nöthig gehabt, da der Boden hinlänglich geſteift war. In der Mitte ſeiner Höhe iſt dieſer Cylinder, da, wo die Blechtafeln zuſammengeſetzt ſind, mit einem 1½ Zoll breiten, etwas erhaben getriebenen Ringe der Feſtigkeit wegen umlegt. Oben bei *e* iſt an den Cylinder eine Schnauze angelöthet, welche die Stelle eines Trichters vertritt, um durch dieſelbe das Waſſer in den Cylinder bequem gieſſen zu können.

Der Cylinder *iklm* hält im Durchmeſſer nur 9 Zoll, und iſt alſo um ½ Zoll kleiner als der vor-

Digitized by Google

hergehende, damit ſich derſelbe in dem erſtern ſanft herauf- und herunterbewegen läſst. Er iſt nur ſo hoch, daſs deſſen oberer Rand *kl* mit dem Rande *vf* des äuſsern Cylinders in einer Ebene liegt, wenn derſelbe ganz herunter gelaſſen wird. Die Decke dieſes Cylinders, welche ebenfalls mit Blechleiſten geſteift iſt, liegt um 2 Zoll tiefer als der obere Rand, und trägt in ihrer Mitte die Röhre *p*, welche 1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll weit und $2\frac{1}{4}$ Zoll hoch iſt. Sie dient, um den obern Theil der Röhre *no* aufzunehmen, wenn der Cylinder ganz heruntergelaſſen wird. Auf dieſe Röhre iſt ein luftdichter Hahn gelöthet, welcher mit einer ſanft-coniſchen Röhre von derſelben Weite, als bei *c*, verbunden iſt, damit die umwundenen Rohre oder Mundſtücke der Blaſen und Ballons darin befeſtigt werden können. Unten bei *im* iſt dieſer Cylinder offen und führt innerhalb drei blecherne Taſchen, welche von einander gleich weit entfernt ſind, und wovon jede ein Gewicht von einem Pfunde enthält.

Dieſer doppelte Cylinder iſt durchgängig innerhalb und auſserhalb, um das Roſten an unüberzinnten Stellen zu verhüten, mit einer Firniſsfarbe angeſtrichen und ſteht zwiſchen zwei in das Tiſchblatt eingezapften Säulen. Die vordere Säule iſt mit punctirten Linien bei *qr*, und de-

Digitized by Google

ren Zapfen, welcher verriegelt ist, bei *q* angegeben. Diese Säulen sind 2 Ellen 8 Zoll hoch und 2 Zoll in das Gevierte stark, und jede derselben trägt eine 12 Zoll lange Leiste *r s* mit einem Strebebande. Beide Leisten sind bei *s* zusammengefügt, und jede führt zwei Rollen, welche zum Schnürenlaufe dienen. Zwei an den obern Rand des kleinern Cylinders befestigte Schnüre gehen über diese Rollen und vereinigen sich bei *t*, um die hinlänglich tiefe Wageschale zu tragen, in welche das Gewicht zum Aufziehen gelegt wird. Wenn man 9 Pfund in die Wageschale legt, so steht es mit dem Cylinder im Gleichgewichte, 11 bis 12 Pfund dienen zum Aufziehen desselben.

Um dieses Instrument zum Gebrauche einzurichten, läßt man den innern Cylinder ganz herunter, verschließt den Hahn *b*, öffnet den Hahn bei *p*, und gießt durch die Schnauze bei *e* in den Cylinder so viel Wasser, daß dessen Oberfläche um 2 Zoll tiefer steht als der obere Rand des äußern Cylinders, oder daß sie an die Decke des heruntergelassenen innern Cylinders trifft. Hierauf wird der innere Cylinder aufgezogen, und der Hahn bei *p* sowohl als bei *c* verschlossen. Das Löthrohr wird in die Oeffnung bei *c* gesteckt, die Lampe vorgerichtet, das Gewicht bis auf 1 oder 2 Pfund aus der Wageschale herausge-

Digitized by Google

nommen, und der Hahn bei *c* geöffnet; ſo hat man einen hinlänglich ſtarken Luftſtrahl, der vom Anfange bis zu Ende gleiche Stärke behält, und in dieſer Rückſicht dem von einem guten Blaſebalge mit dem Wiederbläſer hervorgebrachten Luftſtrahle weit vorzuziehen iſt, wenn man auch der Unbequemlichkeit nicht gedenken wollte, welche das Treten oder Ziehen eines Blaſebalgs verurſacht. Das in dem Cylinder enthaltene Waſſer kann durch den Hahn *b* abgelaſſen werden, wenn man das Inſtrument nicht mehr braucht.

Bei meinen Arbeiten habe ich bisher keinen ſtärkern Wind nöthig gehabt, als wenn ich das Gewicht ſo einrichtete, daſs noch 2 Pfund Gewicht in der Wageſchale liegen blieben. Rechnet man nun 1 Pfund auf die Friction, ſo würde hier die Luft mit einem Gewichte von 6 Pfund zuſammengedrückt worden ſeyn. Glaubte man jedoch einen viel ſtärkern Luftſtrahl nöthig zu haben, der von mehr als 9 Pfund bewirkt würde: ſo dürfte man zwar nur mehr Gewicht in die Taſchen bei *im* legen, man würde aber auch die Decke des innern Cylinders 3 bis 4 Zoll unter dem obern Rande anbringen müſſen, weil auſserdem der viel gröſsere Druck das Waſſer zwiſchen dem innern und äuſsern Cylinder über 2 Zoll erheben und zum Ueberlaufen bringen würde.

Digitized by Google

Bei meinem gewöhnlichen Löthrohre geht dieſes Gebläſe beinahe eine halbe Stunde ununterbrochen fort. Wollte man aber ein Gebläſe haben, welches eine Stunde fortdauerte; ſo würde man nicht wohl thun, wenn man die Cylinder noch einmahl ſo hoch und alſo unbequem machen wollte, da bei dieſer Einrichtung eine Stube von mehr als ſechs Ellen Höhe erfordert werden würde. Man dürfte hingegen nur dem Durchmeſſer des innern Cylinders, welcher hier 9 Zoll hält, 13 Zoll geben; ſo würde ein ſolches Gebläſe bei der angegebenen Höhe und Stärke des Windes über eine Stunde fortblaſen.

Der Nutzen, welchen dieſes Gebläſe bei dem Schmelzen vor der Lampe und dem Glasblaſen gewährt, iſt nicht der einzige, ſondern es iſt auch zu vielen chemiſchen und phyſikaliſchen Verſuchen, ſo wie es hier eingerichtet iſt, ſehr brauchbar.

1. Kann man durch deſſen Hülfe mit jeder Gasart, die ſich im Waſſer auffangen läſst, ſehr bequem Schmelzverſuche anſtellen. Sobald nämlich der innere Cylinder heruntergelaſſen worden und die Oberfläche des Waſſers die Decke deſſelben erreicht, ſo iſt nur noch der kleine Raum in der kurzen Röhre *p* und in dem Leitrohre *cno* mit gemeiner Luft angefüllt. Wenn

man daher in die obere Oeffnung der Röhre *p* die umwundene Mündung des Rohrs einer Blaſe voll Gas ſteckt, ſo wird das in der Blaſe enthaltene Gas bei dem Aufziehen in den Cylinder treten und der Cylinder mit der erwählten Gasart angefüllt werden. Um aber auch die in den Röhren enthaltene gemeine Luft ſo viel als möglich wegzuſchaffen, darf man nach aufgeſetzter Blaſe den Cylinder anfänglich nur ein wenig aufziehen, den Hahn bei *p* hierauf verſchlieſsen, den Hahn bei *c* aber öffnen und die in dem Cylinder enthaltene, mit gemeiner Luft gemiſchte Gasart herausblaſen, dieſes Verfahren aber ein- oder zweimahl wiederholen. Jedoch hat man auch hier die eigenthümliche Schwere der Gasart mit in Betrachtung zu ziehen. So würde dieſes Verfahren bei dem Sauerſtoffgas, bei dem Waſſerſtoffgas, ſo wie auch bei dem Stickgas und Salpetergas, brauchbar ſeyn.

2. Kann man jede Gasart, die ſich mit Waſſer auffangen läſst, vermittelſt dieſes Inſtruments auffammeln. Nachdem man den Cylinder heruntergelaſſen hat, verſchlieſst man den Hahn bei *p* und legt in die Wageſchale 10 bis 11 Pfund, oder ſo viel Gewicht, daſs der Cylinder bei geöffnetem Hahne ſehr langſam in die Höhe gehen würde, welcher aber jetzt bei verſchloſſenem Hahne

Digitized by Google

durch den Druck der äuſsern Luft daran verhindert wird. Wenn man nun durch die Mündung bei *c* die verlangte Gasart, nachdem der Hahn bei *c* geöffnet worden, gehen läſst, ſo wird der Cylinder in die Höhe gehen und ſich mit dieſer Gasart anfüllen.

3. Laſſen ſich auch Blaſen und Ballons vermittelſt dieſes Inſtruments ſehr bequem füllen. Wenn das Inſtrument mit der verlangten Luftart gefüllt und der Hahn bei *c* verſchloſſen iſt, ſteckt man das Rohr der Blaſe oder des Ballons in die Oeffnung der Röhre *p*, und öffnet dieſen Hahn; ſo wird der Cylinder heruntergehen, und die in dem Cylinder befindliche Gasart wird die vorher zuſammengedrückte Blaſe anfüllen.

Digitized by Google

II.

BEMERKUNGEN
über die sehr beträchtlich hohen und grosen Feuerkugeln,

von

M. A. F. Lüdicke.

Bergman, in seiner physikalischen Beschreibung der Erdkugel, und einige Naturforscher mit ihm, nehmen drei Gattungen von Feuerkugeln an: 1. niedrige, welche man aus brennbaren und andern Materien erklärt, die sich in der Luft vereinigt und entzündet haben; 2. eine andere Gattung niedriger Feuerkugeln, welche zuweilen bei Donnerwettern entstehen und dem Blitze ähnlich zu seyn scheinen; und endlich 3. sehr beträchtlich hohe und grose Feuerkugeln. Die beiden ersten Gattungen, welche bei Erklärung ihres Ursprunges weniger Schwierigkeiten verursachen, will ich hier übergehen; nur die sehr beträchtlich hohen und grosen Feuerkugeln verdienen eine nähere Untersuchung.

Kirch [a]) sah zu Leipzig 1686 eine Feuerkugel, deren Durchmesser dem Halbmesser des

a) Ephem. natur. curios., an. 1686.

Digitized by Google

Mondes fast gleich war, und bei deren Lichte man lesen konnte. Sie soll, wie Musschenbroeck [b]) angiebt, 6 Deutsche Meilen hoch gestanden, und ihr Durchmesser soll 335 Schuh betragen haben. Balbi [c]) beobachtete zu Bologna 1719 eine Feuerkugel, deren Höhe man auf 16 bis 20000 Schritt (4 bis 5 Deutsche Meilen), und deren Durchmesser man auf 3560 Schuh (2385 Dresdner Ellen) schätzte. Der in Italien 1676 beobachteten Feuerkugel giebt Kavina [d]) eine Höhe von 90 Italiänischen (22½ Deutschen) Meilen, und zum Durchmesser giebt er ihr eine Italiänische Meile (3280 Dresdner Ellen). I. Pringle [e]) findet die Höhe der in England 1758 erschienenen Feuerkugel zu Cambridge 95, und über Derbyshire ungefähr 72 Englische (ungefähr 23 und 18 Deutsche) Meilen, und ihren Durchmesser zwischen ½ bis 1⅝ Englischen Meile (1640 bis 3800 Dresdner Ellen). Von der in Halle 1762 erschienenen Feuerkugel sagt Silberschlag: [f]) ihre

b) Institut. phys., §. 1646.

c) Comment. Bonon., T. I, p. 286.

d) Ephem. Acad. nat. curiosor., Dec. I, an. 8., Append., p. 197.

e) Philos. Transact., Vol. 51. Wittenberg. Wochenblatt, Band 5, S. 351.

f) In seiner Abhandlung von dieser Begebenheit.

Digitized by Google

Höhe sey bei ihrer ersten Entstehung auf 19 Meilen über die Oberfläche der Erde und ihr Durchmesser auf 3036 Pariser Fuss zu setzen. Die Höhe der bei Paris 1771 zersprungenen Feuerkugel schätzt le Roy, g) als man sie wahrnahm, über 41076 Toisen (über 10 Deutsche Meilen), und ihren Durchmesser über 500 Toisen (über 1700 Dresdner Ellen).

Diese Feuerkugeln haben wegen ihrer ungeheuern Grösse und Höhe so viel Auffallendes und Unbegreifliches, dass man, um sich deren Entstehung nur einigermafsen als möglich zu denken, entweder mit Halley zu einer in dem grossen Weltraume zerstreueten und von der Erde angezogenen Materie, oder mit Hartsoeker zu den Kometen, oder mit Bergman zu einer gröbern Materie des Zodiakallichtes seine Zuflucht nehmen muss. Es heisst daher sehr wahr in dem Gehlerschen physikalischen Wörterbuche: h) „Alle Naturforscher gestehen einmüthig, dass die Ursache und Entstehungsart der Feuerkugeln von so ungeheuern Grösen und in so beträchtlichen Höhen äusserst schwer zu begreifen sey.“

g) Mémoires de l'acad. des Sciences, an. 1771.

h) Theil II, S. 236.

Digitized by Google

Da es nun vorzüglich in dergleichen Fällen, wo die Erklärung sehr schwer oder fast unmöglich wird, höchst nöthig ist, dass man sich zuvörderst von der Richtigkeit der Beobachtungen vollkommen überzeuge; so will ich mich bemühen, die Frage zu beantworten:

Sind denn wohl diese angestellten Beobachtungen und die daraus gezogenen Schlüsse so richtig und wahr, dass man an dergleichen beträchtlichen Höhen und Grösen zu zweifeln keine Ursache hat?

Wenn man die Höhe eines ruhenden Körpers messen will; so muss man an zwei verschiedenen Orten, deren Entfernung bekannt ist, die Winkel messen, welche die Gesichtslinien mit dem Horizonte einschliessen: wenn aber die Höhe eines sich bewegenden Körpers gemessen werden soll; so muss die Beobachtung der Winkel entweder vollkommen zu gleicher Zeit geschehen, oder man muss die Länge und Richtung des Weges bestimmen können, den der Körper während des Unterschiedes in der Zeit durchlaufen hat. Da nun desto mehr Genauigkeit in den Winkeln und in der Zeit erfordert wird, je höher der Körper und je grösser seine Geschwindigkeit ist: so setzen die Astronomen ihre Werkzeuge vorher in vollkommenen Stand, damit sie den Augenblick nicht

Digitized by Google

und in einer Secunde etwa $\frac{1}{4}$ Deutſche Meile durchlaufen haben, ſo würde ſie den ganzen Weg von 11 Meilen in 44 Secunden vollendet haben; in einer Zeit, deren Vernachläſſigung man nicht hat bemerken können, da man nicht einmahl auf Viertelſtunden, noch weniger alſo auf Minuten Rückſicht genommen hat. Aus dieſer mangelhaften Angabe läſst ſich daher von der Höhe und Gröſse der Kugel gar nichts ſagen.

Die Nachricht, welche Balbi der Akademie zu Bologna von der daſelbſt 1719 erſchienenen Feuerkugel gegeben hat, befindet ſich ſehr ausführlich a. a. O.; ſeine Rechnungen hat man aber, wie es ſcheint, wohl überlegt übergangen. Aus dieſer Nachricht will ich Alles, was zur Beſtimmung der Höhe und Gröſse dienen kann, hier anführen: „Den 22ſten Februar 1719 erſchien beinahe um 2 Uhr in der Nacht zwiſchen Morgen und Mitternacht eine Feuerkugel, welche einen langen Schweif hatte. Ihr ſcheinbarer Durchmeſſer konnte dem des vollen Mondes gleich geſchätzt werden. Nach Briefen guter Freunde war dieſe Kugel erſt über Venedig, und nachher faſt durch den Scheitel von Vicenza gegangen, an welchem Orte ſie einen ſtarken Schwefelgeruch verbreitet habe. Balbi fragte alle Perſonen, welche ſagten, daſs ſie dieſe Kugel geſehen

ſehen hätten, mit vieler Mühe und Sorgfalt aus, und liefs ſich an den Orten, wo ſie die Kugel geſehen hatten, den Stand und Lauf derſelben mit dem Finger anzeigen. Auf dieſe Art ſammelte er verſchiedene Höhen in den Verticalkreiſen, durch welche die Kugel ihren Lauf genommen hatte: und da er auſserdem aus nicht unſichern Beobachtungen erfuhr, daſs die Kugel zu der Zeit, als ſie in dem Verticalkreiſe von Vicenza war, zu Bologna ungefähr die Höhe von 17 Grad gehabt habe; ſo erhielt er erſtens die Parallaxe der Kugel, da ſie ſich in dem Scheitel von Vicenza befand, und hieraus folgerte er ihre Entfernung von der Erde und ihre Gröſse. Die Entfernung der Kugel von der Erde ſchien ihm weder über 20000 noch unter 16000 Schritten zu ſeyn, als ſie ſich über Vicenza befand. Da dieſe Kugel 68000 Schritte von Bologna entfernt und ihr ſcheinbarer Durchmeſſer in dieſer Entfernung dem ſcheinbaren Durchmeſſer des Mondes, der ungefähr $\frac{1}{2}$ Grad beträgt, gleich geweſen ſey; ſo folge, daſs ihr wahrer Durchmeſſer 3560 Fuſs gehalten habe. Aus der ſehr groſsen Bahn aber, die ſie am Himmel in einer Minute beſchrieben habe, ſey leicht zu ſchlieſsen, daſs ſie in jeder Secunde einen Weg von 1000 Schritt und 1530 Fuſs gemacht habe; da jedoch ihre Richtung vielleicht

Digitized by Google

nicht durchgängig einerlei gewesen, so sey man ungewiss, ob sie beständig dieselbe Geschwindigkeit gehabt habe."

Dies sind nun die Beobachtungen, auf welche Balbi seine Berechnung gründete. Die Höhen der Kugel sind mit Fingerzeigen bestimmt, und da, wo Grade angegeben werden, heisst es: „Cumque praeterea altitudinem, quam globus Bononiae obtinuit eo tempore, quo ad verticalem circulum Vicetiae appulit, graduum circiter septemdecim fuisse, non obscuris observationibus comperisset." Hieraus erhellet, dass Balbi die Höhe nicht wirklich gemessen, sondern sie nur aus nicht unsichern Beobachtungen, die wohl ebenfalls nur in Fingerzeigen bestanden haben, gefolgert habe. Es heisst aber auch in der Beschreibung: die Kugel habe um Venedig und in Vicenza einen starken Schwefelgeruch verbreitet. Wie ist dies wohl in einer Höhe von 4 bis 5 Deutschen Meilen möglich? Es wird mir vielmehr hieraus wahrscheinlich, dass diese Kugel noch nicht $\frac{1}{4}$ Meile hoch gestanden habe. Balbi schätzt den Weg 6530 Fuss, welchen die Kugel in 1 Secunde in der Höhe von 4 bis 5 Deutschen Meilen beschrieben hat; dieser Weg würde in einer Höhe von $\frac{1}{4}$ Meile 326 bis 408 Bolognesische Fuss oder 218 bis 273 Dresdener Ellen in 1 Secunde betragen. Fer-

Digitized by Google

ner hat Balbi die Kugel in Bologna nach der Gegend von Vicenza unter einem Winkel von 17 Graden gesehen; aber unter diesem Winkel würde er sie auch gesehen haben, wenn sie $\frac{1}{4}$ Meile hoch gestanden hätte und ungefähr 1 Meile von Bologna entfernt gewesen wäre. Da nun Bologna von Vicenza etwa 17 Meilen entfernt ist, so bleibt noch ein Weg von 16 Meilen übrig, den die Kugel nach der vorher angegebenen Geschwindigkeit in 12 bis 16 Minuten vollendet haben kann. Dieser Unterschied in der Zeit ist bei dieser Art von Beobachtung viel zu klein, als dass er hätte bemerkt werden können. Es heisst zwar in der Nachricht: zu eben der Zeit; allein wie war diese Zeit an beiden Orten bestimmt worden? Hatte man sie etwa mit astronomischer Genauigkeit bis auf Minuten und Secunden angegeben? Dies zu vermuthen, dazu findet man nicht die geringste Veranlassung, sondern es erhellet vielmehr, dass Balbi erst nachher verschiedene, und solche Personen ausgefragt habe, welche ihm den Ort der Kugel mit dem Finger zeigen mussten, und welche ihm gewiss nichts weiter sagen konnten, als dass sich die Kugel an dem angegebenen Orte in der oder jener halben oder Viertelstunde befunden habe, und diese Zeit konnte ihnen nur nach Thurm- oder Taschenuhren bekannt seyn. Bei

Digitized by Google

dieſen Umſtänden konnte daher ſehr leicht ein Fehler von einer Viertel- oder ſogar halben Stunde, wenn man den verſchiedenen Gang der Thurm- und Taſchenuhren zugleich in Betrachtung zieht, vorfallen.

Ueber die Berechnung des Kavina der in Italien 1676 erſchienenen Feuerkugel hat ſchon Dr. Eberhard i) ſehr gegründete Zweifel beigebracht, die ich hier kurz berühren will. Er führt die trigonometriſche Berechnung an, vermittelſt welcher Kavina aus den Höhen von 70° und 35° zu Florenz und Venedig, und aus dem Unterſchiede der Breite dieſer beiden Oerter von 1° 52′ die Höhe der Kugel zu 21000 Schritt, deren 36,0000 auf den Erdradius gehen, berechnet hat, und macht folgende Bemerkungen: „Es werde dabei zum Grunde gelegt, daſs man beide Höhen zu gleicher Zeit genommen habe; dieſes ſey aber falſch. Wer da wiſſe, wie genau ein Mathematicus bei Beſtimmung der Höhen und der Zeit am Himmel verfahren müſſe, um die Data der trigonometriſchen Rechnung recht anzugeben, der begreife leicht, daſs alle dieſe Accurateſſe bei einer ſo plötzlich entſtehenden Erſcheinung nicht angewendet werden könne,

i) Vermiſchte Abhandlungen aus der Naturlehre, Th. II, S. 170.

Digitized by Google

und die ganze Rechnung daher vergeblich ſey. Eine Feuerkugel, die ſich ſehr ſchnell bewege, könne an mehrern Orten ihres ſchiefen Fortrückens wegen geſehen werden, als es ſonſt ihrer Höhe nach würde möglich geweſen ſeyn, wenn ſie etwa ſtill geſtanden oder ſenkrecht gefallen wäre. Ueber dieſes ſey die beobachtete Höhe der Feuerkugel zu Venedig gar zu ſchlecht und unbeſtimmt. Ein Unbekannter gebe die zu Venedig geſehene Erſcheinung ſo an. Es ſey das Phänomenon an dem Orte des Horizonts entſtanden, wo damals im März die Sonne aufgehe, und habe faſt eben den Weg genommen, den die Sonne zu nehmen pflege. Daraus ſchlieſſe Kavina, die gröſste Höhe der Feuerkugel müſſe der Mittagshöhe der Sonne gleich geweſen ſeyn. Dieſe aber betrage zu Venedig 49° 30′, wofür er aber nur 35° annehmen wolle. Welch eine unbeſtimmte Obſervation!“ ruft D. Eberhard aus. „Wie wäre man im Stande, daraus etwas mit Gewiſsheit zu ſchlieſsen? Ein Unterſchied von etlichen Graden in der beobachteten Höhe mache einen Unterſchied von etlichen 1000 Schritten in der wahren Höhe der Kugel.“ Hierauf führt er unter andern noch den wahrſcheinlichen Grund gegen die angebliche Gröſse dieſer Kugeln an: „Man habe ſehr viele Beiſpiele ſolcher Kugeln, die

Digitized by Google

auf die Erde gefallen wären; man hat aber kein Beiſpiel, daſs eine Kugel von 100 oder mehr Ruthen im Durchmeſſer auf die Erde gefallen ſey, wie doch dieſes einmahl bei der groſsen Menge der ſeit 200 Jahren geſehenen Feuerkugeln müſſe geſchehen ſeyn, wenn ſie wirklich ſo groſs wären."

Ich bemerke nur noch hierbei, daſs dieſe Kugel, vermöge der groſsen Geſchwindigkeit, welche man bei den Feuerkugeln beobachtet hat, den Weg von Florenz bis Venedig in einigen Minuten gemacht haben könne. Da nun bei dieſer Art der Beobachtung 8 bis 10 Minuten gar nicht zu bemerken ſind; ſo kann man für dieſe Kugel eine jede Höhe annehmen. Sie kann ſich in einer Höhe von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Meile fortbewegt haben, und dennoch unter den angegebenen Winkeln an beiden Orten ſichtbar geweſen ſeyn.

Die Beobachtungen, welche J. Pringle zu Beſtimmung der Höhe und Gröſse der in England 1758 erſchienenen Feuerkugel angiebt, ſind nicht ſicherer, als die vorhergehenden. Ich will ſie hier nicht wiederholen, da ſie in dem 5ten Bande des Wittenberg. Wochenblatts, S. 351, hinlänglich ausführlich enthalten ſind. Er ſammelt Nachrichten und Beobachtungen anderer Perſonen, ſchätzt die Winkel und vernachläſſigt

Digitized by Google

die Beobachtung der Zeit bei einer Kugel, für welche er eine ſolche Geſchwindigkeit annimmt, daſs ſie 30 Meilen in einer Secunde habe durchlaufen können. Wollte man die von ihm angegebene Höhe von 72 Meilen bis auf ½ Meile herunterſetzen; ſo würde dieſe Kugel in einer Secunde etwa ¼ Meile zurückgelegt haben, und man würde nur eine Minute haben vernachläſſigen dürfen, um ſie an zwei Orten, welche 15 Meilen von einander entfernt ſind, zu gleicher Zeit, dieſe vernachläſſigte Minute ausgenommen, ſehen zu können. Es ſind daher dieſe Schlüſſe eben ſo unſicher als die vorhergehenden.

Der Silberſchlagiſchen Beſtimmung der Höhe der bei Halle erſchienenen Feuerkugel mangelt ebenfalls die genaue Beobachtung der Winkel und der Zeit. Man kann daher mit dem Herrn Dr. Eberhard, a. a. O., eben dieſelben Bemerkungen machen, welche bei der Berechnung des Kavina angeführt worden ſind.

Die Beobachtungen der bei Paris 1771 zerſprungenen Feuerkugel haben etwas mehr Genauigkeit; ich halte es daher für nöthig, aus der Abhandlung des Herrn le Roy dasjenige auszuziehen, was auf die muthmaſsliche Beſtimmung der Höhe dieſer Kugel einigen Einfluſs haben kann.

Digitized by Google

„Den 17ten Julius 1771 Abends um halb 11 Uhr erſchien plötzlich eine groſse Feuerkugel. Nachdem dieſe Kugel einen Theil des Himmels in der äuſserſten Geſchwindigkeit in einer gegen die Erde ſehr geneigten Richtung durchlaufen war, ſchien ihre Bewegung langſamer zu werden. Als die Kugel gleichſam ſtillſtehend geworden war, nahm ſie eine etwas längliche Geſtalt, wie die einer Birne, an, und in ihrer Mitte ſah man Aufwallungen, die mit einer rauchenden Materie verbunden waren, und nachdem ſie ſich in ihrer Bewegung gleichſam erſchöpft hatte, zerplatzte ſie und ſtreuete eine groſse Menge leuchtender Theile, wie bei dem künſtlichen Brillantfeuer, umher. Viele Perſonen bildeten ſich ein, daſs dieſe leuchtenden Theile auf die Erde gefallen wären. Dieſe Lufterſcheinung dauerte zu Paris nicht länger als 4 Secunden; ich ſage: zu Paris, weil man, wie ich gewiſs weiſs, ihren Anfang in dieſer Stadt nicht bemerkt hat. Die Kugel hatte in dem Augenblicke des Zerplatzens beinahe die Höhe von 45 Graden, und ſchien 12 bis 15 Zoll im Durchmeſſer zu halten, welcher aber einigen Beobachtern in der Gegend von Corbeil und Melün gröſser zu ſeyn ſchien. Ungefähr 2 Minuten nach dem Zerplatzen bemerkte man ein Getöſe, welches Einige mit einem ent-

Digitized by Google

fernten Donnerſchlage, Andere mit dem Rollen eines auf dem Pflaſter ſchnell fahrenden Wagens, und noch Andere mit dem Einſtürzen eines Gebäudes verglichen. In der Gegend um Melun ſchien dieſer Schall am ſtärkſten zu ſeyn. Nachdem ich dieſe Lufterſcheinung beſchrieben habe, muſs ich noch die merkwürdigſten Umſtände bei ihrer Erſcheinung unterſuchen. Ich muſs aber bekennen, daſs es, aller Mühe ungeachtet, die ich mir gegeben habe, um genaue, und ſolche Beobachtungen zu ſammeln, die mir dieſe verſchiedenen Umſtände hätten aufhellen können, mir nicht geglückt iſt, davon ſo beſtimmt reden zu können, als ich wünſchte. Das Erſtaunen und der Schreck, welche dieſe Art Lufterſcheinungen verurſachen; die reiſsende Geſchwindigkeit ihrer Bewegung, vermöge welcher ſie faſt in demſelben Augenblicke entſtehen und verſchwinden: alles dieſes vermindert die Anzahl ſolcher Beobachter, welche fähig ſind, von ihrer Erſcheinung genaue Rechenſchaft abzulegen. Die Beobachtungen, welche den Ort ihres Zerſpringens genau anzeigen könnten, weichen ſo ſehr von einander ab, daſs ich eine genauere Beſtimmung anzugeben nicht im Stande bin, als daſs die Entfernung nicht viel über 9 bis 10 Meilen betrage, wenn man die Gegenden in Betrachtung zieht,

Digitized by Google

wo das Getöſe, welches auf das Zerſpringen folgte, zu hören war. Jedoch ſcheint es eine leichte Rechnung auſser allen Zweifel zu ſetzen, daſs ſie bei ihrer erſten Erſcheinung eine Höhe von mehr als 41076 Toiſen oder 18 Meilen gehabt, und daſs ſie ſich in dem Augenblicke des Zerſpringens über 20598 Toiſen oder 9 Meilen über dem Horizonte befunden habe: eine Höhe, welche ſehr gut mit der Höhe übereinkommt, welche der Unterſchied von 2 Minuten giebt, den man zwiſchen dem Zerſpringen und der Erſchütterung bemerkt hat."

In einer Note zu den Worten: 9 Meilen, wird bemerkt: „Da die Kugel nach neuern Beobachtungen nur in der Entfernung von 8 Meilen von Paris zerſprungen ſey, ſo folge, daſs dieſe Höhe zu groſs, und daſs ſie nicht gröſser als ungefähr 18300 Toiſen anzunehmen ſey."

Nachdem nun Herr le Roy auch hier über die groſse Verſchiedenheit der Beobachter in der Dauer dieſer Erſcheinung geklagt hat, bemüht er ſich, ihre Geſchwindigkeit zu ſchätzen, und fährt alſo fort: „Da jedoch die einſichtsvolleſten Perſonen 4 Secunden feſtſetzen, und da die gröſste Anzahl ſie nicht in dem Augenblicke ihrer Entſtehung geſehen hat; ſo ſetze ich voraus: daſs man durchgängig dieſe Dauer zu kurz angege-

Digitized by Google

ben habe; dafs man die Kugel in der erſten Zeit ihrer Erſcheinung in der Atmoſphäre nicht geſehen habe; und dafs die Zeit ihrer Bewegung bis dahin, als man ſie wahrnahm, der Zeit gleich ſey, während welcher man ſie geſehen hat.“

„Solchemnach nehme ich der Kürze wegen an, dafs der Zeitraum zwiſchen dem erſten Augenblicke ihrer Erſcheinung bis zu dem, da ſie zerſprang, 10 Secunden betragen habe. Da ſie nun während dieſer Zeit eine Linie von mehr als 60 Meilen k) Länge oder über $2\frac{1}{2}$ Grad, nämlich von den Küſten Englands bis nach Melün, durchlaufen iſt; ſo folgt, dafs, aller meiner auf die Verminderung ihrer Geſchwindigkeit abzielenden Vorausſetzungen ungeachtet, ſie noch unglaublich groſs ſey, denn ſie beträgt über 6 Meilen in einer Secunde. Hierbei iſt noch zu bemerken, dafs ich bei dieſer Schätzung weder die Linie, welche ſie in einer gegen die Erde ſo geneigten Richtung beſchrieb, noch dieſen Umſtand in Betrachtung gezogen habe, dafs ſie in einem Puncte ihren Anfang nahm, der mehr als 18 Meilen hoch war.“

Aus dieſem Auszuge ſowohl als aus mehrern Stellen der Abhandlung erhellet, dafs Herr le

k) Lieues, von welchen 25 auf einen Grad gehen.

Digitized by Google

Roy die Unsicherheit und Unzulänglichkeit dieser Beobachtungen sehr wohl eingesehen habe, und dass er nur ihre Höhe und Geschwindigkeit schätzungsweise habe angeben wollen. Die grössere Höhe von 18 Meilen hat nur muthmaslich doppelt so gross als die kleinere Höhe aus dem scheinbaren schiefen Laufe der Kugel angegeben werden können; denn er hat für den höhern Stand der Kugel keine Beobachtungen weder der Winkel noch der Zeit. Allein die kleinere Höhe an dem Orte des Zerspringens würde sich sehr sicher haben bestimmen lassen, wenn die Entfernung dieses Orts genau bekannt, und der Winkel in dem Augenblicke des Zerspringens genau gemessen worden wäre.

Die Entfernung dieses Orts von Paris wird in der Abhandlung 9 bis 10 Meilen angegeben; in der Note wird sie bis auf 8 Meilen vermindert. Man kann es daher niemanden verargen, wenn er auch diese 8 Meilen in Zweifel zieht. Wollte man aber auch diese Entfernung von 8 Meilen als richtig gelten lassen; so werden dennoch in Ansehung des Winkels folgende Fragen entstehen: Hat man wohl den Winkel genau in dem Augenblicke des Zerspringens beobachtet, und wie hat man ihn geschätzt? In Ansehung der ersten Frage sagt zwar Herr le Roy: in dem Augenblicke

Digitized by Google

des Zerſpringens; allein man iſt deſſen ungeachtet noch ungewiſs, ob dieſe erforderliche Genauigkeit bei einer ſo blendenden und ſo äuſserſt ſchnell laufenden Lufterſcheinung habe beobachtet werden können. Eine einzige vernachläſſigte Secunde Zeit würde die Höhe derſelben über dem Horizonte um den vierten Theil vermindert haben. Es iſt aber auch der Winkel zu unſicher und gewiſs zu groſs angegeben worden. Es heiſst nämlich: étoit élevé de 45 degrés ou à peu près. Aus der Art der Beobachtung ſieht man ſehr leicht, warum Herr le Roy die runde Zahl, den halben rechten Winkel, annahm; weil er nämlich ohne Winkelmeſſer mit dem bloſsen Auge den Winkel nicht genauer angeben konnte, und weil dieſer Winkel zugleich die Höhe der Kugel ihrer horizontalen Entfernung gleich machte. Da man aber auch hieraus ſieht, daſs der Fehler mehrere Grade betragen haben könne; ſo kann dieſer Winkel eben ſowohl 40 oder 35 Grade enthalten haben. Bei dieſen Annahmen würde ſich die Höhe bis 6,7 oder 5,6 Meilen vermindern. Dieſe Höhen werden jedoch noch viel kleiner, wenn die Beobachtung des Winkels nicht hinlänglich genau in dem Augenblicke des Zerſpringens gemacht und die Entfernung zu groſs angegeben worden ſeyn ſollte; welches die

Digitized by Google

erzählten Umſtände und die unſichern Beobachtungen ſelbſt wahrſcheinlich machen.

Es bemerkt zwar Herr le Roy, daſs die Höhe von 9 Meilen ſehr gut mit der Höhe übereinkomme, welche 2 Minuten Zeitunterſchied zwiſchen dem Zerſpringen der Kugel und dem gehörten Schalle gebe. Wäre aber dieſes ſicher genug, ſo würde die in der Note verbeſſerte Höhe von 8 Meilen unrichtig ſeyn. Allein auch dieſe Beobachtung iſt nicht genau; denn es heiſst: deux minutes ou environ. Da ſich aber der Schall, nach Franzöſiſchen Beobachtungen, in einer Secunde durch 173 Toiſen fortbewegt; ſo darf man nur um 13 Secunden, und alſo noch nicht um ¼ Minute irren, um eine ganze Meile zu vernachläſſigen. Jedoch kommt es auch hierbei auf die Entfernung der Beobachter an. Es wird hier nicht bemerkt, an welchen Orten ſich die Beobachter befunden haben; ſondern nur angeführt, daſs dieſer Schall in der Gegend um Melün am ſtärkſten geweſen ſey. Man iſt daher ſehr ungewiſs, ob dieſe 2 Minuten bei Melün, oder in einer oder mehrerer Meilen Entfernung von Melün beobachtet worden ſind.

So ungewiſs und unſicher nun alle dieſe Angaben und alſo auch die daraus gezogenen Folgerungen ſind; ſo wird die angegebene beträchtli-

Digitized by Google

che Höhe noch weniger wahrſcheinlich, wenn man andere in dieſer Abhandlung angeführte Bemerkungen, welche weniger Uebung und nur ein gutes Auge vorausſetzen, in Betrachtung zieht.

In der Mitte der Kugel ſah man Aufwallungen und eine rauchende Materie. Iſt dieſes wohl in einer ſo groſsen Entfernung möglich? Ein jeder, der ein Haus im vollen Feuer geſehen hat, wird mit mir darin übereinſtimmen, daſs man, um die innern Bewegungen der Flamme und die innern Abwechſelungen des Rauchs mit der Flamme zu ſehen, noch nicht $\frac{1}{2}$ Meile davon entfernt ſeyn dürfe. Ich glaube vielmehr, daſs dieſes kaum mit mäſsig ſtark vergröſsernden Handperſpectiven geſchehen könne. Daſs aber ein oder mehrere Beobachter hierbei gute Fernröhre gebraucht haben ſollten; dieſes zu glauben, hat man gar keine Urſache, weil Herr le Roy, der in andern Nebenumſtänden ſehr ausführlich iſt, nichts davon geſagt hat.

Als die Kugel zerſprang und ſich zertheilte, haben viele Perſonen verſchiedene leuchtende Theile auf die Erde fallen ſehen. Dieſe Bemerkungen erklärt Herr le Roy für Einbildung, weil es freilich nicht glaublich iſt, daſs dieſe Theile von einer ſo groſsen Höhe noch leuchtend auf

Digitized by Google

die Erde fallen ſollten: allein, wenn dieſe Kugel, als ſie zerſprang, etwa eine halbe Meile hoch, oder noch niedriger geſtanden hätte; wenn alle die ohne Werkzeuge gemachten Beobachtungen des Winkels und der Zeit ganz unſicher wären, welches ich bewieſen zu haben glaube: welche Erfahrungen ſoll man nun als wahr annehmen? Etwa jene unſichern Beobachtungen, welche zu Fehlſchluſſen verleiten? oder dieſe reinen Erfahrungen, welche jedermann, wenn er nur geſunde Augen hat, machen kann? Ich glaube, letztere ſind jenen vorzuziehen.

Wenn man nun alles das, was hier über dieſen Gegenſtand geſagt worden iſt, gegen einander hält; ſo ſcheint wenigſtens ſo viel hinlänglich erwieſen zu ſeyn: daſs man bis jetzt noch keine einzige Beobachtung habe, aus welcher man ſicher ſchlieſsen könne: daſs es eine Feuerkugel in ſo beträchtlicher Höhe gegeben habe.

Digitized by Google

III.

Ueber
die Phänomene natürlicher Phosphoren in atmoſphäriſcher Luft, in Sauerſtoffgas und andern Gasarten,

vom

Bürger LAZARO SPALANZANI
zu Pavia.*)

§. 1.

Zu meinen bisherigen Beobachtungen und Unterſuchungen über das Leuchten bediente ich mich bloſs des Kunkelſchen Phosphors. Wir wiſſen aber, daſs es auch Phosphore von anderer Beſchaffenheit giebt, theils ſolche, die es erſt durch gewiſſe Umſtände geworden ſind, wie einige in Fäulniſs begriffene Holzarten und Thiere, oder es ſchon von Natur ſind, wie manche Fiſche, Würmer und Inſecten. Die Beobachtung

*) Chimico Eſſame degli Esperimenti del Sign. *Göttling* ſopra la luce del foſforo di Kunkel oſſervata nel aria commune, ed in diverſi fluidi aeriformi permanenti, nella qual occaſione ſi eſaminano altri foſfori poſti dentro ai medeſimi fluidi, e ſi cerca ſe la luce ſolare guaſti il gaz oſſigeno, del Cittadino *Lazaro Spalanzani*. In Modena 1796, 8. p. 119 etc.

Digitized by Google

verſchiedener Phänomene des Kunkelſchen Phosphors in permanent-elaſtiſchen Flüſſigkeiten reitzte meine Neugierde, einige Unterſuchungen über die Phänomene jener andern Phosphoren in denſelben Flüſſigkeiten anzuſtellen, und die Neuheit des Gegenſtandes gab meinen Nachforſchungen einen noch ſtärkern Sporn. Zuerſt wählte ich ſolche Holzſtückchen, die man im Sommer zuweilen des Nachts leuchten ſieht, und in einigen Gegenden Italiens *Fuochi matti* nennt. Eins derſelben wurde mir im Auguſt 1795 von Bauern auf den Bergen von Modena gezeigt, wo ich damals mich befand. Es war dies der Stumpf eines Kaſtanienbaums, der alle Vegetationskraft verloren hatte und ſich im Zuſtande einer ziemlich ſtarken Fäulniſs befand. Durch das beträchtliche Verflüchtigen ſeiner materiellen Grundbeſtandtheile war er leicht, zart, zerreiblich und weiſslich von Farbe geworden. Nachts glich er von weitem einem äuſserſt matten Feuer. Ich ſchnitt mehrere Späne davon ab, theilte dieſe in feine Blättchen und ſteckte einige davon zuerſt in ein bloſs mit atmoſpäriſcher Luft gefülltes Eudiometer, um die Wirkung wahrzunehmen. Im Dunkeln leuchtete jedes Blättchen ſehr gut; eben ſo, wenn das Eudiometer voll Waſſer war. Statt deſſen reines Stickgas angewendet, bemerkte

Digitized by Google

man in 7 Minuten keinen Unterſchied; dann aber wurde das Licht immer ſchwächer, und nach einer halben Stunde verſchwand es völlig. Dieſe langſame Abnahme des Lichts glich der Flamme einer angezündeten Kerze, die in verſchloſſenem Raume allmählig verſchwindet und kleiner wird.

§. 2.

Der Phosphor, in kleine Blättchen getheilt und 3 Stunden in dieſem Gas gelaſſen, blieb fortdauernd dunkel. Man hob hierauf das Eudiometer aus dem Waſſer, in welches es geſtürzt war, und verſtattete ſo der atmoſphäriſchen Luft den Eintritt. In wenigen Minuten erhielt der Phosphor ſein Licht wieder, doch matter als zuvor; ſeinen urſprünglichen Glanz aber bekam er erſt völlig, als man das Eudiometer von neuem bloſs mit atmoſphäriſcher Luft füllte und die vorige Miſchung völlig herausgelaſſen war.

§. 3.

Ich bemerkte, daſs ſein Glanz in dem mit Sauerſtoffgas gefüllten Eudiometer über alle Maſsen lebhaft war. (Ich hatte jenes Gas, in wohl verſchloſſenen kryſtallenen Flaſchen, nebſt einem Eudiometer, mit auf die Berge genommen.)

Digitized by Google

§. 4.

Ich ſtellte nun neue Verſuche folgendergeſtalt an: Neben jene leuchtenden Späne legte ich Kunkelſchen Phosphor ins Eudiometer. Da dieſes bloſs atmoſphäriſche Luft enthielt, leuchteten ſie ſogleich, welches auch beim Phosphor erfolgte, Sein Licht dauerte wie gewöhnlich bis zur Zerſetzung der Luft von 20 Gr. Sauerſtoffgas, während das der Späne, langſam abnehmend, bei 16 Gr. völlig aufhörte. Nun hob ich das Eudiometer aus dem Waſſer, worauf die fehlenden 20 Gr. Sauerſtoffgas alsbald durch atmoſphäriſche Luft erſetzt wurden, und ſogleich erhielten auch die Späne ihren Glanz wieder.

§. 5.

Das halbfaule Kaſtanienholz behielt ſeinen phosphoriſchen Charakter nur 2 Tage. Ein dergleichen Stück von der Wurzel einer Buche, das man mir in der Folge brachte, behielt ſie 3 Tage hindurch. Hieraus erkannte ich, daſs die Eigenſchaft, zu leuchten, nur auf eine gewiſſe Zeit beſchränkt ſey, die ohne Zweifel von dem Grade der Fäulniſs abhängt, worin ſich jene ihrer organiſchen Kraft beraubten Subſtanzen befanden. Es wäre überflüſſig, auch die Reſultate anzugeben, die dieſer zweite, bald in reines Sauerſtoffgas oder

Digitized by Google

Stickgas, bald in die mit dieſen Gasarten vermiſchte atmoſphäriſche Luft getauchte Phosphor lieferte, da ſie durchaus nicht weſentlich von den beim erſten bemerkten abwichen.

§. 6.

An dem Orte, wo ich dieſe Experimente machte, konnte ich mir aus Sümpfen Waſſerſtoffgas verſchaffen, und in dieſem ſtellte ich fernere Verſuche mit meinen beiden phosphoriſchen Holzarten an; doch verhielten ſie ſich wie im Stickgas: das Licht war nämlich von kurzer Dauer. Hob ich das Eudiometer gerade aus dem Waſſer und ließs die atmoſphäriſche Luft hineintreten, ſo erneuerte ſich der Glanz nicht, oder geſchah dies, ſo blieb er äuſserſt matt. Der Grund davon iſt ſehr klar. Obgleich nämlich das Waſſerſtoffgas, mit Stickgas vermiſcht, ſchwerer wird, als es zuvor rein war, ſo blieb es doch fortdauernd leichter als atmoſphäriſche Luft. Trat es nun unter dem Eudiometer auch in Berührung mit atmoſphäriſcher Luft, ſo ging dieſe nur eine geringe oder faſt gar keine Miſchung damit ein, und daher blieb auch der Phosphor ganz oder gröſstentheils dunkel. Drehte ich aber das Eudiometer herum, ſtatt es gerade aus dem Waſſer zu ziehen, ſo kam das Waſſerſtoffgas unten, und

Digitized by Google

wurde jetzt von der ſchwerern atmoſphäriſchen Luft heraufgetrieben und verdrängt: daher die Erneuerung des Lichts.

§. 7.

An dieſe Beobachtungen über die phosphorartigen Hölzer reihen ſich einige wenige andere, die ich im folgenden September in Venedig mit dem *Tintenwurme, (Sepia officinalis,)* anſtellte. Lebendig leuchtet er nicht, ſondern bloſs im wirklichen Zuſtande der Fäulniſs. Ich konnte zwar nur Einen unterſuchen, doch geſchah dies im Zeitpuncte ſeines ſtärkſten Phosphoreſcirens. Ich legte einige Stückchen deſſelben unter das Eudiometer, und bemerkte: 1. daſs ihr Licht in atmoſphäriſcher Luft und in Seewaſſer gleich hell war; 2. daſs es im Stickgas völlig verſchwand; 3. daſs der Glanz einigermaſsen zurückkehrte, wenn man dieſes Gas mit atmoſphäriſcher Luft vermiſchte; 4. daſs das Licht doppelt ſo ſtark im Sauerſtoffgas als in atmoſphäriſcher Luft funkelte. . . . .

Wie ſehr ſtimmen alle dieſe Beobachtungen mit denen überein, die oben vom phosphoriſchen Holze erzählt wurden!

§. 8.

Ich hätte gewünſcht, mit der Unterſuchung dieſes todten phosphoriſchen Thieres ebenfalls

Digitized by Google

die der lebenden, die Gewäſſer bewohnenden, Geſchöpfe, wie der *Pennatula* und der *phosporiſchen Meduſen* unter andern, verbinden zu können; doch muſste ich dieſen Wunſch bis auf fernere Streifzüge in beiden Meeren verſchieben, da jene zwei Arten wohl im mittelländiſchen, nicht aber im Adriatiſchen Meere gefiſcht werden.

Um jedoch in der Zeit, die ich hierauf fern vom Meere zubrachte, meine Verſuche über Thiere phosphoriſcher Natur fortzuſetzen, richtete ich meine Aufmerkſamkeit auf die *Johanniswürmchen (Lucciole terreſtri)*, da ich ſie wegen der groſsen Menge, die man in den ebenen Gegenden Italiens gegen das Ende des Frühlings von ihnen antrifft, nach Gefallen unterſuchen konnte. Es giebt deren zwei Arten: eine ungeflügelte, die an der Erde fortläuft; die andere beflügelt, die ſich bei einbrechender Nacht zu erheben anfängt. Erſtere nennt man gewöhnlich *Luccioloni*, letztere *Lucciole*.

§. 9.

Einige kurze vorangeſchickte Notizen über das Leuchten beider Inſectenarten werden das Verſtändniſs der folgenden von ihnen zu erzählenden Dinge erleichtern. Im Mai zeigen ſich die *kriechenden Johanniswürmchen*, Luccioloni, (ich werde dieſen Namen beibehalten,) zuerſt Nachts,

Digitized by Google

entweder im Laube oder Raſen, oder unterhalb an Mauern, welche Höhlungen haben, in die ſie ſich den Tag über verſtecken. Ihr Glanz macht ſie ſchon von weitem ſichtbar, und giebt auch die Richtung an, die man nehmen muſs, ihrer habhaft zu werden. Dieſer Glanz iſt nicht wie bei den *fliegenden* Johanniswürmchen, (Lucciole,) unterbrochen und ausſetzend, ſondern fortwährend und bleibend; doch nur ſo lange ſie in Freiheit ſind. Gefangen beſitzen ſie die Kunſt, dieſen Glanz zum Theil oder völlig zu verbergen. Eben ſo ziehen ſie ihn ein, wenn man ſich ihnen nähert, als merkten ſie gleichſam die Falle, die man ihnen ſtellt. Dieſes Licht iſt in den vorletzten Ring des Bauches eingeſchloſſen, der ins Weiſse ſpielt, da die andern ſchwarz ſind.

Drückt man im Dunkeln den Bauch leicht zwiſchen Zeigefinger und Daumen, und hält das Hintertheil deſſelben feſt, ſo vergehen etwa 10 Minuten, in welchen das Inſect völlig dunkel bleibt. Dann wird es plötzlich wieder im vorletzten Ringe, den man auch Nachts deutlich von den übrigen unterſcheidet, hell, und glänzt mit blaſsbläulichem Lichte. Hierauf verdunkelt es ſich abermals, und dieſe Lichtabwechſelungen erfolgen der Zeit nach ganz unregelmäſsig. Eben das geſchieht, wenn man es irgend worauf laufen läſst;

Digitized by Google

einmal gefangen zeigt das Thierchen selten ununterbrochen sein voriges Licht. Gleichwohl giebt es ein Mittel, dies, obschon in weit schwächerm Grade, zu bewerkstelligen: Man öffnet nämlich mit der Spitze einer Schere den Ring, von dem das Licht ausfliesst, und läst die darin verschlossene thierische Substanz heraustreten, die ins Weisse spielt, geringe leuchtet, und in diesem Zustande, auch vom Körper getrennt, einige Zeit verharret.

§. 10.

Ich brachte eines der Luccioloni, das in atmosphärischer Luft in meiner Hand unterbrochen geleuchtet hatte, aus dieser Luft unter das Eudiometer aufs Wasser. Es fuhr fort, absatzweise zu glänzen; alle Helligkeit aber verlor sich im Stickgas. Sie wurde durch Restitution von atmosphärischer Luft wiederhergestellt und durch Sauerstoffgas verstärkt. Zwei andere Gasarten, kohlensaures und Wasserstoffgas, verlöschten wie Stickgas den Glanz. Holte ich mit einem Messer den leuchtenden Antheil des Thiers heraus, so wurde er bei der Berührung von Stickgas, Wasserstoffgas und kohlensaurem Gas, die ich einzeln unter das Eudiometer treten liefs, dunkel, und durch das Sauerstoffgas wieder sehr funkelnd.

Digitized by Google

§. 11.

Hierbei darf aber folgende Betrachtung nicht aus der Acht gelaſſen werden. Wenn gleich obengenannte mephitiſche Gasarten nicht plötzlich den Tod der Würmchen verurſachen, ſo verſetzen ſie ſie doch in einen todtenähnlichen Zuſtand. Und wirklich, wenn ſie ſich zuvor auch munter unter dem Eudiometer bewegten, ſo werden ſie ſogleich nach dem Eintritte jener Gasarten unter daſſelbe ſtarr. Das Sauerſtoffgas im Gegentheil macht ſie lebhafter als gewöhnlich. Dieſe entgegengeſetzten Wirkungen zeigen ſich bei mehrern lebenden Geſchöpfen. Man könnte daher auf die Vermuthung gerathen, das Verlöſchen des Lichts im erſtern Falle ſey eine Folge des todtenähnlichen Zuſtandes, ſo wie die Vermehrung deſſelben von der erhöheten Lebhaftigkeit des Inſects durch das Einathmen von Sauerſtoffgas herrühre. Doch ſieht man die Unſtatthaftigkeit dieſes Zweifels leicht ein, wenn man auf den vom Thiere getrennten leuchtenden Antheil Rückſicht nimmt, der im Sauerſtoffgas hell, bei der Berührung der mephitiſchen Gasarten aber trübe ſchimmert. Das Verdunkeln und Erhöhen des Glanzes dieſer Geſchöpfe iſt alſo unmittelbare Wirkung jener Gasarten.

Digitized by Google

§. 12.

Mit den Luccioloni zugleich zeigen sich auch die Lucciole, (die fliegenden Johanniswürmchen,) doch pflegt ihre Erscheinung die Dauer eines Monats nicht zu übertreffen, da erstere doch sich bis Ende Octobers sehen lassen. Am höchsten steigt ihre Zahl in einem Zeitraume von 14 Tagen ungefähr; alsdann gleichen sie im Fliegen bei Nacht einem Ameisenhaufen kleiner Flämmchen, die in abwechselnder Bewegung glänzen. Wiesen, Laub und Saatfelder sind ihr liebster Aufenthalt. Nach der Meinung einiger Naturforscher sind die Lucciole die Männchen, die Luccioloni aber die Weibchen; jene folgen dem Lichte dieser, um sie aufzufinden und sich mit ihnen zu begatten. Sie führen Beispiele von Luccioloni an, die man des Nachts auf der Hand gehalten, und zu denen sich fliegende Lucciole einfanden, die sich mit ihnen vereinigten. Ich widerstreite einer begründeten Thatsache nicht; nur will ich anmerken, dass, da das Völkchen der Lucciole unendlich zahlreicher ist als das der Luccioloni, indem man von jenen oft mehrere Tausende gegen eine, zwei oder wohl gar keine von diesen in einem kleinen Raume findet, jeder eingestehen wird, dass entweder zahllose Lucciole unbefriedigt bleiben, oder dass eine Lucciolone unendlich

Digitized by Google

vielen Männchen dienen müſſe, wie man es von der Bienenkönigin glaubte.

§. 13.

Eine ins Genaue gehende Beſchreibung dieſes Inſects wäre hier am unrechten Orte; doch hieſse es unvollſtändig ſeyn, wenn ich nicht wenigſtens einen Abriſs jener Theile hinwerfen wollte, die unmittelbaren Bezug auf die gegenwärtigen Unterſuchungen haben. Wir wiſſen, daſs das Licht der Thierchen nicht im ganzen Körper verbreitet iſt, ſondern ſich bloſs über die beiden letzten Bauchringe erſtreckt, die ich der Kürze halber den *leuchtenden Bauch* nennen will. Dieſer Bauch iſt mit einem zarten, feinen, durchſichtigen Häutchen bedeckt, das eine weiſse, klebrige, weiche Materie einſchlieſst, die man den *Behälter des Lichts* nennen könnte. Daher ſcheint der *leuchtende Bauch* auch weiſs gegen die andern ſchwärzlichen Ringe; er macht ein ſtarkes Viertheil der Lucciola aus, die gewöhnlich vier Linien lang und eine breit zu ſeyn pflegt. Wenn man eine mit dem Rücken auf einer Fläche befeſtigte Lucciola microſcopiſch unterſucht, ſo erſcheint zwar die ganze Haut glänzend, doch bemerkt man einige vorzüglich helle Puncte, welche auf die Vermuthung leiten, daſs ungemein feine Löcherchen auf dieſer Haut den

Digitized by Google

Durchgang des darunter liegenden Lichts erleichtern. Dies beſtätigt auch die Erfahrung. Denn wenn man dieſe leuchtende Haut vom Bauche fein ablöſ't und dem Tageslichte ausſetzt, ſo findet man ſie ganz mit höchſt kleinen Oeffnungen durchbohrt, beinahe wie die Schale eines gegen die Sonne gehaltenen Eies. Dieſe Löcherchen ſind alſo eben ſo viele enge Durchgänge, die der Luft den Eintritt in den leuchtenden Bauch verſtatten. Trotz aller meiner Bemühungen aber gelang es mir dennoch nicht, die Organe, deren die Lucciole ſich zum Athmen bedienen, oder doch ihre äuſsern Luftröhren aufzufinden. Wenn ich ſie hingegen unter Waſſer tauchte und mit einem Federchen darüber wegfuhr, um die anhängende atmoſphäriſche Luft fortzubringen, ſo bemerkte ich viele Bläschen, die, wie ich deutlich ſah, aus ihrem Innern hervorgingen, beſonders beim Stechen und Beunruhigen ihres Körpers. Vorzüglich ſtieg die Luft aus dem gleichfalls unter Waſſer ſich befindenden Bauche wie Ströme von Bläschen auf, als ob ſie mit Zangenſpitzen aus dem Innern gezogen würden. Verdünnt man die weiſse und klebrige Subſtanz, woraus der Bauch beſteht, ein wenig mit Waſſer, und betrachtet ſie durch eine ſcharfe Linſe, ſo wird man gewahr, daſs ſie aus einer ungeheuern Menge

Digitized by Google

weiſser und halbdurchſichtiger, etwas länglicher Kügelchen von verſchiedener Gröſse und aus einer groſsen Anzahl unregelmäſsiger Theilchen gebildet iſt, welche letztere ich für ein Gebröckel zerquetſchter Kügelchen hielt. Merkwürdig iſt es, daſs die Kügelchen, welche, zu einem Ganzen verbunden, leuchten, an Licht abnehmen, ſobald man ſie vereinzelt, und es gänzlich verlieren, wenn man ſie vollkommen trennt.

§. 14.

Jetzt iſt es nöthig, von den verſchiedenen Lichterſcheinungen zu reden, die man bei dieſen kleinen Thierchen wahrnimmt, wenn man ſie ſowohl in atmoſphäriſcher Luft als auch in andern Gasarten beobachtet, und dann endlich zu ſuchen, das Intereſſanteſte, was ich bei dieſen animaliſchen und vegetabiliſchen Phosphoren wahrnahm, zu erklären, ohne jedoch bei dieſen Erklärungen von der feſten und deutlichen Theorie der neuern Chemie abzuweichen.

Sieht man die Johanniswürmchen im Dunkel der Nacht in der Luft herumſchwärmen, ſo zeigen ſie einige Augenblicke einen lebhaften Glanz, während deſſen ſie in andern ganz unſcheinbar ſind; und dieſe Abwechſelung von Licht und Finſterniſs findet fortwährend ſtatt. Betrachtet

Digitized by Google

man ſie aber in der Nähe in einem kleinen finſtern Zimmer, ſo entdeckt man, daſs ihre Dunkelheit nicht abſolut iſt, ſondern bloſs in einem ſchwächern Lichte beſteht, das ſich, von ferne geſehen, verliert.

Halten wir daher ein Johanniswürmchen in der Hand, ſo bemerken wir im leuchtenden Bauche eine zitternde Bewegung, (Movimento di vibrazione,) die ſich bald verſtärkt und den Glanz verdoppelt, bald aufhört und ihn beträchtlich ſchwächt. Die Luccioloni ſenden ihr Licht aus, wenn es ihnen gefällt; nicht ſo die Lucciole: wahr aber iſts, daſs die zitternde Bewegung in letztern, und mithin auch das Funkeln des Lichts, aufhört, wenn man ſie eine Zeit lang betaſtet; nichts deſto weniger aber bleibt doch eine ziemliche Helligkeit.

§. 15.

Die überflüſſige Menge der fliegenden Johanniswürmchen und ihr beharrliches Leuchten verſtatteten mir, über ſie eine Zahl von Verſuchen anzuſtellen, die die Seltenheit der kriechenden Johanniswürmchen und das Unbeſtändige ihres Lichts mir nicht vergönnten. Fängt man ſie und verwahrt ſie friſch in einer Schachtel und andern Behältniſſen, ſo behalten ſie nicht allein einiges Licht bis zu ihrem Tode, ſondern auch noch

Digitized by Google

nach demſelben, ſo lange der leuchtende Körper im Geringſten weich iſt.

Selbſt aufgetrocknet fängt er nicht ſelten wieder an zu leuchten, wenn man ihn im Waſſer erweicht. Nie aber iſt kurz vor dem Tode und nach demſelben das Licht von ſo intenſiver Stärke, als wenn die fliegenden Johanniswürmchen in voller Kraft ſind.

§. 16.

Einen Unterſchied aber macht es, ob das Auftrocknen des leuchtenden Bauchs langſam und bei einer gelinden Temperatur, wie zwiſchen 15 bis 20 Grad, oder durch eine jähe Hitze erfolgt, wie wenn man die Lucciole der Sonne in einer Temperatur von 35 oder 40 Grad ausſetzt; denn im letztern Falle ſind wenige Stunden nicht allein hinreichend, den leuchtenden Bauch völlig auszudörren, ſondern ihn auch zum fernern Leuchten unfähig zu machen, ſelbſt wenn man ihm auch durch Waſſer die vorige Weichheit wiedergäbe. Daſſelbe bewirkt bis zu 60 Grad erhitztes Waſſer, in welches man die leuchtenden Bäuche wenig Minuten ſtellt. Man muſs alſo annehmen, daſs die zu groſse Wärme entweder den Zuſammenhang unter den kleinſten Grundmaſſen des leuchtenden Bauches aufhebt, oder ſie wenigſtens

nigſtens dergeſtalt desorganiſirt, daſs ſie unfähig werden, Licht hervorzubringen.

§. 17.

Wenn ſchon die zitternde Bewegung für das Licht, von dem wir bis jetzt ſprachen, nicht weſentlich iſt, ſo bleibt doch ausgemacht, daſs ſie geſchickt iſt, es zu vermehren und auch in manchen Fällen zu erregen, ſollte es auch bereits verloſchen ſeyn. Bei der zitternden Bewegung des leuchtenden Bauches haben wir dies ſchon zum Theil geſehen; ſo oft ſie anfängt, vermehrt ſie den Glanz beträchtlich. (§. 14.) Ein Gleiches bewirkt man bei dieſen Thierchen durch natürliche oder künſtlich hervorgebrachte Bewegungen. Man habe z. B. einige erſt geſtorbene oder ſterbende Lucciole auf einem Papiere vor ſich, die mehr oder weniger leuchten. Beſieht man ſie durch eine Linſe, ſo bemerkt man oft, daſs der Körper derjenigen, in denen das ſtärkſte Licht vorhanden iſt, unaufhörlich in den kleinſten Theilen durch ein ſchnelles Zittern erſchüttert wird, und daſs, ſo lange dies währt, das Licht durchaus nicht von ſeiner Lebhaftigkeit verliert. Hat eine Lucciola ganz zu leuchten aufgehört, oder thut es nur ſchwach, behält aber im leuchtenden Bauche noch einige Weichheit,

(Tenerezza;) ſo erneuert oder verdoppelt ſich das Licht wieder, wenn man leicht mit einer Nade in den Leib ſticht. Vorzüglich aber glänzt der leuchtende Bauch, wenn man ihn mit einer Nadel oder einem andern feinen Körper berührt. Eine kleine Feuersbrunſt ſcheint aus dem berührten Theile hervorzubrechen, die, wenn ſchon von kurzer Dauer, ſich bei jedem wiederholten Reitze erneuert.

§. 18.

Die meiſten der bis jetzt erzählten Phänomene bemerkt man nicht allein am leuchtenden Bauche, ſo lange er mit dem Körper der Lucciola ein Ganzes bildet, ſondern auch, wenn man ihn davon abreiſst. Er fährt alsdann fort, zu leuchten, ſo lange er weich iſt; ſein Glanz wird vermehrt, wenn man ihn reitzt, und er erhält ihn wieder, wenn er nach dem Auftrocknen abermals erweicht wird. Daſſelbe beobachtet man bei den kleinſten Stückchen des leuchtenden Bauches, doch mit dem Unterſchiede, daſs dieſe leicht zu leuchten aufhören, da ſie ſchnell trocknen. Nimmt man ſich die Mühe, ſie immer feucht zu erhalten, ſo dauert ihr Licht ſehr lange.

§. 19.

Die bis jetzt erwähnten Verſuche wurden bei einer milden Temperatur, d. h. zwiſchen 17 und

Digitized by Google

21°, angeſtellt, in welcher man dieſe Thierchen auch in unſern Gegenden umherſchwärmen ſieht. Es ſchien mir nun auch intereſſant und wichtig, ſie in einer kalten Temperatur zu unternehmen, um hierdurch den Urſprung jenes Lichts zu erforſchen, ſo wie es aus den ſogleich folgenden Betrachtungen erhellen wird. Ich muſste meine Zuflucht zur künſtlichen Kälte nehmen, die ich aber durch Schnee leicht zuwege brachte. Ich umgab damit eine Röhre, auf deren Boden einige lebendige Johanniswürmchen lagen, und in dieſe Röhre befeſtigte ich ein Thermometer, das mir die abnehmende Temperatur, der ich ſie ausſetzte, anzeigte. Durch die Mündung der Röhre konnte ich ihr Leuchten ſehen. Von 20° der Temperatur ſank das Thermometer bis zum Eispuncte, ohne daſs ſich das Licht verminderte. Die Johanniswürmchen wurden bei dieſer Kälte bloſs unbeweglich und ſtarr, wie alle Inſecten in ſolchen Umſtänden. Durch Kochſalz ſank das Thermometer bei vermehrter Kälte bis auf 4 Grad,*) und das Licht blieb ſich immer gleich; aber beim 5ten Grade fing es an zu verlöſchen, und beim 7ten Grade hatte es ſich ganz verloren. Auffallend war es, daſs der leuchtende Bauch und

*) *Anmerk.* Ohne Zweifel ſind Grade unter 0 zu verſtehen. *G.*

Digitized by Google

der übrige Körper, selbst schon unter der Röhre hervorgenommen, noch immer von Frost verhärtet schienen; doch wurden sie in einer warmen Temperatur schnell wieder in den Zustand ihrer natürlichen Weichheit hergestellt, und erschienen leuchtend, ob sie gleich nicht ins Leben zurückkehrten. Abermals unter die Röhre gebracht, verdunkelte sich ihr Licht wieder beim 5ten Grade, und verschwand beim 7ten völlig. Dasselbe ereignete sich bei noch zweimal gemachtem Versuche, wobei der leuchtende Bauch eben so oft sich wieder verhärtete; und hieraus erhellet, dass eine um 24 Grad geringere Temperatur, als die, worin die Johanniswürmchen in der Luft herumflogen, sie nicht am Leuchten verhinderte: und es lässt sich annehmen, dass eben dies auch bei einer stärkern Kälte statt finde, wenn dadurch nicht dem leuchtenden Bauche die Weichheit geraubt würde, die der Hervorbringung des Lichts so unentbehrlich ist.

§. 20.

Jetzt muss ich noch anführen, was ich bei den Johanniswürmchen bemerkte, wenn ich sie in verschiedenen Gasarten, wie in dem kohlensauren Gas, im Stickgas, im Wasser- und Sauerstoffgas, bald rein, bald mit atmosphärischer Luft vermischt, untersuchte. Ich richtete es so ein, dass

bei jedem Verſuche an funfzehn Johanniswürmchen in einer Reihe in den horizontalen Arm meines Eudiometers *) gelegt wurden, ſo daſs mir die überflüſſige Zahl mehr Bequemlichkeit beim Beobachten der Wirkungen verſchaffte. Sie wurden zuerſt in kohlenſaures Gas gebracht, wo es auffallend war, daſs ſie, ſo glänzend ſie ſich vorher zeigten, augenblicklich unſcheinbar wurden. $\frac{80}{100}$ dieſes Gas füllten das Eudiometer. Ich lieſs alsbald auch $\frac{20}{100}$ atmoſphäriſche Luft unter daſſelbe treten; und in kurzem veränderte ſich die Scene. Das verloſchne Licht erholte ſich zuerſt wieder in den Inſecten, die vorn an im Arme des Eudiometers lagen; ſpäter in denen weiter hinauf; und zuletzt in denen, die das äuſserſte Ende einnahmen. Dies zu erklären, iſt nicht ſchwer. Die atmoſphäriſche Luft, die um vieles leichter iſt als das kohlenſaure Gas, ſtieg nach und nach in den obern Theil des Eudiometers, nöthigte dieſes, den verticalen Arm herabzuſinken, und gab nach Verhältniſs ſeines Aufſteigens den Thieren das geraubte Licht wieder.

§. 21.

Stickgas und Waſſerſtoffgas einzeln angewendet, wirkten auf das Licht unſrer Inſecten lang-

*) *Anmerk.* Die Beſchreibung deſſelben werden wir künftig mittheilen. G.

ſamer als das kohlenſaure Gas, indem hier das Licht nicht auf einmal, ſondern allmählig ſchwand. Es erholte ſich wieder und hielt ſich, obgleich matt, wenn man beiden Gasarten eine Portion atmoſphäriſche Luft zumiſchte.

§. 22.

Nun blieb das Sauerſtoffgas zu verſuchen übrig. Durch die bisher erzählten Thatſachen ſchien es faſt ausgemacht, daſs es dem Leuchten zuträglicher ſeyn müſste als atmoſphäriſche Luft. Um mich deſſen jedoch zu verſichern, hielt ich es für nöthig, eine Vergleichung zwiſchen den Lichtgraden anzuſtellen, welche Sauerſtoffgas und atmoſphäriſche Luft hervorbringen. Zu dem Ende bediente ich mich zweier Eudiometer zu gleicher Zeit, und bemerkte, daſs die Intenſität des Lichts im Sauerſtoffgas wenigſtens doppelt ſo ſtark ſey als in der Luft. Auch die Dauer der zitternden Bewegung des leuchtenden Bauches, wodurch das Licht an Lebhaftigkeit gewinnt, war im erſtern anhaltender. (§. 14.) Ich war auch aufmerkſam, ob bei dieſem ſtärkern Lichte eine Verminderung des Sauerſtoffgas vorginge, und bemerkte wirklich eine, obgleich geringe, indem das Waſſer im Eudiometer um ¼ Grad ſtieg, welches bei atmoſphäriſcher Luft nicht geſchah.

Digitized by Google

§. 23.

Als ich die Johanniswürmchen in Sauerſtoffgas legte, waren ſie ſtarr von Kälte und leuchteten dennoch lebhaft. Ich wiederholte den Verſuch mit 15 andern halbtodten, wenig glänzenden Thieren, die ich ins Gas brachte. Der Glanz vermehrte ſich, ohne daſs jedoch eine merkliche Verminderung des Gas vorging. Ich unternahm nun ein neues Experiment, deſſen Wichtigkeit erſt in der Folge einleuchten wird, indem ich 50 Bäuche von eben ſo vielen muntern lebenden Johanniswürmchen unter ein mit Sauerſtoffgas gefülltes Eudiometer legte. Der ganze horizontale Arm wurde und blieb ¾ Stunden lang beträchtlich heller als zuvor, und das Waſſer ſtieg während dieſer Zeit bis zu 1½ Grad, welche das Maaſs des verzehrten Sauerſtoffgas angaben.

§. 24.

Eine andere ebenfalls intereſſante Erfahrung war die, das Licht der Johanniswürmchen im Sauerſtoffgas bei einer niedrigen Temperatur zu beobachten, wie ich es bereits mit der atmoſphäriſchen Luft verſucht hatte. (§. 19.) Hier muſste ich aber zu andern Kunſtgriffen meine Zuflucht nehmen. Ich ſteckte durch den Boden einer ſauber durchbohrten Röhre den längern Theil der

Digitized by Google

Röhre eines Thermometers, und goſs hierauf die Oeffnung mit Siegellack zu, um das Eindringen der äuſsern Luft abzuhalten. Die Kugel des Thermometers ruhte auf einer innerhalb der Röhre befeſtigten kleinen hölzernen Unterlage, worauf 15 Johanniswürmchen aufgeleimt waren, damit ſie nicht herunterfielen, wenn ich beim Hineintreten des Sauerſtoffgas die Röhre mit Waſſer füllte. Sobald das Gas durch den pneumatiſchen Waſſerapparat hinaufgeſtiegen war, tauchte ich die Mündung der Röhre in ein Gefäſs mit Waſſer, und ſtellte dieſes auf einen Tiſch. Nun fing ich an die Röhre mit Schnee zu umgeben, während ich an dem obern Theile derſelben beobachtete, was ſich mit dem Lichte der Johanniswürmchen zutrug. Bis zum 5ten Gr. blieb es ſehr lebhaft, beim 4ten fing es an ſchwächer zu werden, und beim Gefrierpuncte verloſch es ganz. Statt des Sauerſtoffgas atmoſphäriſche Luft in die Röhre gelaſſen, erfolgte das ſchon oben Erzählte; d. h., das Licht erhielt ſich etwa bis zum 4ten Gr. unter dem Gefrierpuncte, und ging beim 7ten aus, wie ich ſah, wenn ich Kochſalz zum Schnee miſchte. (§. 19.) Das Licht verſchwand alſo im Sauerſtoffgas in einer um 7 Gr. weniger kalten Temperatur als in atmoſphäriſcher Luft.

Digitized by Google

§. 25.

Ein Verſuch über die ins Waſſer getauchten Johanniswürmchen ſchloſs die ganze Reihe derſelben. Ich hatte geſehen, daſs ſie in den Eudiometern zu glänzen fortfuhren, wenn dieſe mit Waſſer gefüllt waren, ehe ich atmoſphäriſche Luft oder Gasarten hineinlieſs. Dennoch ſuchte ich genauere Kenntniſſe hiervon zu erlangen, indem ich ſie in einem Uhrglaſe voll Waſſer bequemer betrachtete. Da ſie aber leichter als Waſſer ſind, ſo zwang ich ſie durch einen dünnen Ueberzug von Leim, auf dem Grunde zu bleiben. Das Licht litt dadurch nicht im allergeringſten, die Johanniswürmchen mochten ganz hineingetaucht ſeyn oder bloſs ihre leuchtenden Bäuche oder Theile derſelben. Wie in der Luft erwachte auch durch Hineinſtechen das verloſchene Licht wieder.

§. 26.

Wenn wir nun aus einem allgemeinen Geſichtspuncte die Eigenſchaften des Lichts bei den erwähnten Phosphoren, als: einigen Holzarten, faulenden Thierchen, den kriechenden und fliegenden Johanniswürmchen, betrachten, und mit einigen über den Kunkelſchen Phosphor vergleichen; ſo finden wir zwiſchen ihnen die ſtrengſte Analogie. Der Kunkelſche Phosphor leuchtet im

Digitized by Google

Sauerſtoffgas lebhaft, weniger in atmoſphäriſcher Luft, und gar nicht in den mephitiſchen Gasarten, dem Stickgas, dem Waſſerſtoffgas und kohlenſauren Gas, wenn ſie rein ſind, und nur mit einem flüchtigen Lichte, wenn man ſie mit atmoſphäriſcher Luft vermiſcht. Ein Gleiches iſt in den erſtern Phosphoren bemerkt worden. Dieſe Identität der Wirkungen leitet uns auch, gleiche Identität der Urſachen zu vermuthen. Nun iſt es erwieſen, daſs das Licht jenes Phosphors durch Verbindung des Sauerſtoffgas der Atmoſphäre mit der Subſtanz des Phosphors erzeugt wird; dieſe Verbindung aber iſt ein wahres Verbrennen: man müſste alſo annehmen, daſs aus derſelben Grundurſache auch das Leuchten jener andern Phosphorarten herſtamme. Die Unterſuchung ihrer Natur wird meine Gedanken in ein helleres Licht ſetzen. Ich fange bei den phosphoriſchen Holzarten an.

§. 27.

Die neuere Chemie zeigt, daſs Waſſerſtoff und Kohlenſtoff ganz einfache Subſtanzen ſind, welche die vorzüglichſten Beſtandtheile der Vegetabilien ausmachen. Durch das Faulen, oder richtiger, durch die faulende Gährung, gerathen Waſſerſtoff und Kohlenſtoff derſelben leichter in Berührung mit dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre,

Digitized by Google

welche Verbindung ein langsames Verbrennen verursacht. Nun müssen jene Holzarten leuchten, was sie in der Sphäre der mephitischen Gasarten aus Mangel an Sauerstoff nicht können. Eben dies gilt von einigen Thieren, die zur faulenden Gährung übergehen, wenn die belebende Kraft in ihnen zu wirken aufhört; denn auch sie bestehen, nebst andern einfachen Grundsubstanzen, aus Wasser- und Kohlenstoff. Dass aber nicht jedes Holz, nicht jedes faulende Thier phosphorisch wird, rührt vielleicht daher, weil sich nicht aus ihnen zu gleicher Zeit eine so grosse Menge Wasser- und Kohlenstoff entwickelt, als erforderlich ist, uns das Leuchten bemerkbar zu machen.

§. 28.

Nach denselben Grundsätzen, obschon auf andere Art, lässt sich die Erklärung des Lichts der Johanniswürmchen, und eben so der kriechenden Art derselben geben. Das Athmen der Thiere ist, chemisch betrachtet, blos ein langsames Verbrennen in den Lungengefäsen, vermittelst des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft, das darin mit dem Kohlen- und Wasserstoffe des Bluts zusammentritt. Eben so ausgemacht ist es durch neuere Versuche, *) dass die Insecten

*) Man sehe Journal der Phys., B. VII, S. 453. G.

ſelbſt das atmoſphäriſche Sauerſtoffgas in ſich nehmen, und folglich findet hier eine wahre Verbrennung ſtatt. Die Reſpirationsgefäſse der Johanniswürmchen oder die gewöhnlich an den Seiten der Inſecten liegenden Luftröhren aufzufinden, iſt mir bei ihnen nicht geglückt. Dennoch habe ich geſehen, daſs ihr Bauch mit vielen kleinen Löcherchen verſehen ſey, die der Luft den Eintritt verſtatten, und daſs das Innere dieſes Bauchs ebenfalls reichlich Luft enthalte. (§. 13.) Es iſt alſo klar, daſs die Luft häufig hineindringe, und daher erzeugt die Berührung des Sauerſtoffs mit den beiden verbrennlichen Subſtanzen der in den Gefäſsen des leuchtenden Bauchs vorhandenen Flüſſigkeiten, nämlich mit dem Kohlen- und Waſſerſtoffe, eine Entzündung, die wegen der Durchſichtigkeit des den Bauch umſchlieſsenden Häutchens von aufsen her ſichtbar wird.

§. 29.

Einen evidenten Beweis dieſes Verbrennens, oder der Verbindung des atmoſphäriſchen Sauerſtoffgas mit den beiden benannten verbrennlichen Subſtanzen, *) giebt die merkliche Zerſetzung des

*) Der Verfaſſer überſieht bei der bisher gegebenen Erklärung den Phosphor ſelbſt als Beſtandtheil organiſcher Subſtanz, deſſen Antheil an

Sauerſtoffs, wenn bloſs mit ihm das Eudiometer angefüllt wird, worin die Johanniswürmchen ſich befinden. (§. 22.) Bei gröſserer Anzahl der leuchtenden Bäuche iſt ſie noch merklicher. (§. 23.) Das ſtärkere Verbrennen verurſacht ein ſtärkeres Licht. Dies nimmt man auch beim reinen Sauerſtoffgas, mit der atmoſphäriſchen Luft verglichen, wahr. (§. 22.) Fehlt das Sauerſtoffgas oder iſt es nur in geringer Menge vorhanden, ſo verſchwindet das Licht entweder völlig, oder iſt nur ſehr ſchwach, wie wir an den Johanniswürmchen ſehen, die man in kohlenſaures Gas, Stickgas und Waſſerſtoffgas, bald rein, bald mit einem Theil atmoſphäriſcher Luft vermiſcht, einſchlieſst. (§. 20, 21.)

§. 30.

Vermöge unſrer Theorie erklärt man auch leicht die übrigen Phänomene des Lichts bei jenen Thierchen.

1. Warum ſie im Sauerſtoffgas bei einer höhern Temperatur zu leuchten aufhören, als in atmoſphäriſcher Luft? (§. 19, 24.)

Dieſes Phänomen ſtimmt mit dem des Kunkelſchen Phosphors überein, der im Sauerſtoffgas

dem Leuchten natürlicher Phosphoren gewiſs gröſser iſt, als der des Kohlen- und Waſſerſtoffs. G.

meiſtens erſt bei einer Temperatur von 22 Graden zu leuchten anfängt, da er dies in gemeiner Luft bereits beim 6ten Gr. thut. Der Grund in beiden Fällen, (beim Phosphor und den Inſecten,) iſt derſelbe und ſtützt ſich auf die Natur des Sauerſtoffgas, deſſen Baſis, wenn es rein iſt, eine milde Temperatur erfordert, um mit dem verbrennlichen Körper zuſammenzutreten, im Gegentheil ſich aber ſchon bei einer niedrigern mit Stickgas verbindet.

2. Warum die zitternde Bewegung, ſo wie jede, ſowohl natürliche als künſtlich erregte, Bewegung überhaupt, den Glanz des leuchtenden Bauches vermehre. (§. 14)

Weil alsdann die Flüſſigkeiten deſſelben durch die beſchleunigte Bewegung dem atmoſphäriſchen Sauerſtoff mehr Kohlen- und Waſſerſtoff zuführen; auf dieſelbe Art, wie bei den vierfüſsigen Thieren, den Vögeln und bei uns das Athmen oder das Verbrennen jener beiden Subſtanzen ſtärker iſt, wenn das Blut durch irgend eine innere oder äuſsere Bewegung mehr aufgeregt wird.

3. Warum die vom ganzen Körper getrennten leuchtenden Bäuche einige Zeit zu glänzen fortfahren? . . . .

Digitized by Google

Weil ſo lange Feuchtigkeiten in ihnen bleiben, ihr Waſſer- und Kohlenſtoff fortdauernd ſich mit dem Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft verbinden. Endlich

4. Warum die Johanniswürmchen im Waſſer, wie in der atmoſphäriſchen Luft leuchten? . . .

Weil bekanntermaſsen das Waſſer den Sauerſtoff der Atmoſphäre einſaugt, wovon ich die überzeugendſten Beweiſe geliefert zu haben mir ſchmeicheln darf. Uebrigens muſs eine ſehr kleine Doſis dieſes Gas hinreichen, das ſo ſchwache Licht jener Thierchen hervorzubringen. . . .

Digitized by Google

IV.

BEQUEME ART,

kohlenſaure mineraliſche Waſſer nachzumachen,

von

Herrn *D.* FIERLINGER

in Wien.

Dieſes Unternehmen hat man ſchon lange auf verſchiedene Art auszuführen geſucht; aber alle Methoden, die man bisher vorſchlug, forderten theils einen koſtſpieligen Apparat, theils befand ſich bei ihnen die Luft im ausgedehnten Zuſtande, ſo daſs ſie ſich nicht hinlänglich mit dem Waſſer verbinden konnte.

Ich ſuchte dieſem auf folgende Art abzuhelfen: Ich füllte gewöhnliche runde Flaſchen mit Waſſer an, ſtürzte ſie vorſichtig um, damit keine Luft in ſelbige hineinkam, ſtellte ſie auf einen einfachen Apparat, dergleichen Bergman, (Opusc., Vol. I,) beſchreibt und abgezeichnet hat, und füllte dieſe ſo geſtellte Flaſche auf eben die Art wie Bergman mit kohlenſaurem Gas an, das ich aus dem hieſigen Orts gewöhnlichen Küchenſande, deſſen man ſich zur Reinigung der zinnernen Teller bedient, mit etwas wenigem Vitriolöl entwickelte. Wenn die Flaſchen mit Gas

ganz

ganz voll, und von Waſſer folglich ganz leer waren, verſtopfte ich ſie unter Waſſer mit einem Stöpſelventil, das ich gleich beſchreiben werde, nahm ſie vorſichtig von dem Apparate weg, indem ich den Hals der Flaſche in ein kleines Gefäſs unter dem Waſſer ſteckte, und tauchte ſie dann unter Waſſer in einen eignen cylindriſchen hohen, faſt röhrenförmigen Topf, der 2 Fuſs hoch und dem Diameter der Flaſche gemäſs weit iſt, um bei einer geringern Menge von Waſſer nach hydroſtatiſchen Geſetzen einen groſsen Druck anbringen zu können. Die auf dieſe Art mit kohlenſaurem Gas gefüllten und ſo *ganz unter Waſſer getauchten Flaſchen* ſaugen ſich, vermöge der Verwandtſchaft des kohlenſauern Gas zum Waſſer, mit dieſem beinahe voll an, (ganz hat ſich mir noch keine angefüllt, auch wenn ich gleich alle mögliche Vorſicht brauchte, um reines Gas zu erhalten, und die Flaſchen nur zur Hälfte mit kohlenſauerm Gas anfüllte.) Auf dieſe Art erhalte ich ein Waſſer, das gleichen Cubikinhalt Gas in gleichem Cubikinhalt Waſſer enthält; denn das Waſſer iſt in den Raum des Gas gedrungen. Es iſt ziemlich ſtark, und kann noch ſtärker gemacht werden.

Dieſe Methode hat nebſt der Bequemlichkeit und Wohlfeilheit noch dieſe Vortheile, daſs ſich

Digitized by Google

bei ſelbiger die Luft im compreſſiven Zuſtande befindet, und daſs der Druck nach Belieben vermehrt werden kann, je nachdem ich die Flaſche mehr oder weniger untertauche, und daſs das Waſſer in den Gefäſsen, aus welchen es getrunken wird, ſelbſt bereitet werden kann, weil bei dem Umgieſsen deſſelben deſto mehr verloren wird, je ſtärker das Waſſer iſt.

Die *Stöpſelventile*, von welchen ich oben geredet habe, ſind genau an die Flaſchen paſſende, der Länge nach durchbohrte und ausgefeilte Korkſtöpſel, deren obere Oeffnung mit einem zinnernen Blättchen bedeckt wird, welches mit einem Faden an den Stöpſel befeſtigt iſt, indem man es durchbohrt und den Faden durchzieht. Wenn dieſes Blättchen oben mit einem Grübchen verſehen wird, in welches man alkaholiſirte oder andere Eiſenfeilſpäne legt, ſo wird das Waſſer eiſenhaltig, und zwar ſo ſtark, daſs es mit geiſtiger Galläpfeltinctur einen ſchwarzen Niederſchlag giebt und einen ſehr ſtarken Eiſengeſchmack bekommt.

Dieſe Eiſenwaſſer ſind nun auch ein Beweis, daſs die Ventile gut ſchlieſsen, und daſs ſich folglich wirklich gleicher Cubikinhalt Luft in gleichem Cubikinhalte Waſſer befinde; denn ſchlieſsen ſie nicht genau, ſo bekommt das in den Topf vor ge-

Digitized by Google

ſchlagene Waſſer eine ſpielende Haut oben auf, was nicht geſchieht, wenn die Ventile genau paſſen.

Das auf dieſe Art bereitete Waſſer iſt ſchon ziemlich an Gas und Eiſen reichhaltig, aber es kann durch wiederholtes Schwängern noch reichhaltiger gemacht werden. Da ich keine Gelegenheit habe, dieſe Verſuche im Sommer in Eisgruben anſtellen zu können, ſo konnte ich meine Verſuche nicht fortſetzen, welches ich mit kommendem Winter zu thun denke. Da der Erfolg dieſer Operation von der dem Eispuncte nahen Temperatur abhängt, ſo zweifle ich nicht, daſs ſie auch mitten im Sommer in Eisgruben gelingen würde. Die Operation der Einſaugung muſs innerhalb 24, höchſtens 36 Stunden vor ſich gehen, oft eher, wenn das Waſſer die gehörige Güte bekommen ſoll; widrigen Falls füllen ſich die Flaſchen zwar auch ſpäter an, aber das Waſſer hat auch an ſeiner Güte verloren. Auch die beſten Ventile ſcheinen daher mit der Zeit durchzulaſſen, was bei einer geſchwinden Abſorbtion nicht zu geſchehen ſcheint. Oft füllen ſich aber die Flaſchen auch gar nicht, wenn ſich gleich zu gleicher Zeit andere gut füllen; und dies gehört nebſt andern zu den noch zweifelhaften Umſtänden, die ich künftig aufzuklären mich bemühen werde, und die ich nur vorläufig anzeigen wollte.

Digitized by Google

V.

BESCHREIBUNG

einer grofsen electrifchen Batterie von 550 Quadratfufs Belegung und einiger damit angeftellter Verfuche,

von

Herrn *D.* VAN MARUM
in Haarlem. *)

Die hier zu befchreibende electrifche Batterie, die auf der erften Kupfertafel vorgeftellt ift, befteht aus hundert Gläfern, wovon jedes etwa 12 Zoll im Durchmeffer und 22½ bis 23 Zoll Höhe hat. Diefe Gläfer find cylinderförmig bis zu ungefähr 4 Zoll unter ihrer Mündung, deren Weite etwa 5 Zoll ausmacht. Sie find auf die gewöhnliche Art mit Stanniol belegt bis unge-

*) Seconde continuation des experiences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne, par *Martinus van Marum*, à Haarlem, 4., p. 194 feq. Das Werk ift zugleich auch Holländifch abgedruckt, und hat den Titel: Tweede Vervoly der Proefneemingen gedaan met Teylers Electrizeer-Machine, door *Mart. van Marum.* te Haarlem 1795. 4. Die darin enthaltenen Auffätze erfchienen zum Theil einzeln, und ich habe verfchiedene davon bereits im ältern und neuern *Journale der Phyfik* in der Ueberfetzung mitgetheilt. G.

Digitized by Google

fähr 4 Zoll unter den Oeffnungen, ſo daſs der belegte Theil dieſer Gläſer eine Höhe von 18½ bis 19 Zoll hat. Man kann alſo berechnen, daſs jedes Glas, (der belegte Boden mitgerechnet,) eine belegte Oberfläche von ungefähr 5⅓ Quadratfuſs hat; ſo daſs man das belegte Glas der ganzen Batterie auf 550 Quadratfuſs ſchätzen kann.

Die hundert Gläſer dieſer Batterie ſtehen in vier Kaſten von gleicher Gröſse; jeder Kaſten enthält fünf und zwanzig. Er iſt in 25 Fächer durch Verſchläge von der Dicke eines halben Zolls, die ſich einander durchkreuzen, getheilt, daſs alſo die Gläſer, die in dieſen Fächern ſich befinden, wenigſtens einen halben Zoll von einander entfernt ſind, damit, wenn etwa bei Ladung der Batterie ein Glas zerbrochen wird, durch die Exploſion nicht zugleich das nebenſtehende zerbrochen werde, welches ſehr oft geſchieht, wenn die Exploſion an einem Orte geſchieht, wo zwei Gläſer einander berühren.

Ich habe die fünf und zwanzig Gläſer eines jeden Kaſtens in eine ſolche Verbindung gebracht, daſs man gar leicht ein Glas herausnehmen und ein anderes an deſſen Stelle ſetzen kann, wenn etwa eins bei dem Gebrauche dieſer Batterie zerbricht. Zu dem Ende iſt auf das Glas, das ſich in der Mitten eines jeden Kaſtens befindet,

Digitized by Google

eine ſenkrechte Röhre angebracht, die an ihrem Ende mit einer Kugel von 6 Zoll im Durchmeſſer verſehen iſt. Dieſe Kugel hat 24 Löcher, in welche Röhren von einem Zoll im Durchmeſſer gehen, deren untere Enden in die Kugeln paſſen, die auf den andern Gläſern ſtehen. Dieſe Kugeln, deren Durchmeſſer 3 Zoll iſt, haben zu dem Ende Löcher von $\frac{1}{4}$ Zoll, und die Röhren ſind an ihren unterſten Enden mit Zapfen verſehen, welche in die Löcher paſſen. Dieſe Einrichtung der Batterie verſtattet, daſs man jedes Glas herausnehmen kann, ausgenommen das mittelſte, weil jedes Glas von dem andern abgeſondert iſt: denn man darf nur vorher die Röhre, welche über der Kugel eines Glaſes ſteht, wegnehmen, welches leicht geſchehen kann, wenn man ihr oberſtes Ende ſo weit in die obgenannte Kugel hineinbringt, daſs der Zapfen am untern Ende aus der Kugel des Glaſes herausgeht. [a])

a) Für diejenigen, die eine Batterie von groſsen Gläſern zu haben wünſchen, will ich die Art, wie ſich die Stangen in den Gläſern, worauf die Röhren liegen, haben befeſtigen laſſen, näher beſchreiben. Die hölzernen Deckel, womit man ſonſt die belegten Gläſer verſchloſs, wurden weggelaſſen, weil dieſe Deckel dem electriſchen Stoffe zu viel Gelegenheit gaben, ſich zu zerſtreuen, und dagegen kupferne Stangen auf hölzernen Fü-

Digitized by Google

Die vier Kaſten, in welche die hundert Gläſer der Batterie vertheilt ſind, ſind 5 Zoll von einander entfernt, damit man die Füſse dazwiſchen ſetzen könne, wenn man etwa ein zerbrochenes Glas herausnehmen muſs. Die leitende Verbindung dieſer Batterien unter einander geſchieht vermittelſt vier kupferner Röhren von zwei Zoll im Durchmeſſer, die in eine kupferne

ſen, die auf den Boden der belegten Gläſer angeküttet waren, vorgerichtet. Da aber dieſe Art, die Stangen feſt zu machen, für Gläſer von ſolcher Gröſse gar zu gefährlich iſt, ſo lieſs ich hölzerne Stäbe verfertigen, wie dergleichen *ab*, (*Fig.* 1, *Taf. II.*) vorſtellt. Jeder Stab iſt auf ein Bret von $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer befeſtigt, und ſein oberſtes Ende geht in eine kupferne Röhre *de*, worauf die Kugel *f* geſchraubt iſt. Vier Kupferdrähte von $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer, die den untern Theil dieſer Röhre berühren, gehen an dieſem Stabe auf die Oberfläche von *c* herab, bis ſie den belegten Boden des Glaſes berühren. Jeder Stab iſt mit einem zirkelförmigen Brete *g* von $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, am Ende der Röhre *d*, verſehen. Drei Stücke Holz, $\frac{1}{2}$ Zoll dick, ſind an die untere Fläche dieſes Bretes durch lederne Riemen feſtgemacht, die anſtatt der Charniere dienen. Man ſieht zwei dieſer Stücke oder kleinen Latten *h h*, (*Fig.* 2,) die an ledernen Riemen *i i* hängen. An jeder kleinen Latte *h* iſt ein Ring *k* von Kupferdraht, der in ihrer horizontalen Stellung durch eine Fuge in *g* hindurchgeht.

Digitized by Google

Kugel von 6 Zoll geſchraubt ſind, ſo daſs ſie ein Kreuz bilden. Die andern Enden dieſer Röhren ſind mit dicken Kupferplatten verſehen, welche Löcher haben, durch die die Schrauben gehen, welche an die Enden der in der Mitte jeder Batterie befindlichen Röhren befeſtigt ſind, und auf welche die groſsen Kugeln von 12 Zoll im Durchmeſſer geſchraubt werden.

Da dieſer Ring alsdann ungefähr einen Viertelzoll über die Oberfläche des Bretes *g* geht, ſo kann man jede kleine Latte *h* in ihrer horizontalen Lage dadurch befeſtigen, daſs man einen kleinen Keil in dieſen Ring ſteckt. Die Stücke Holz *hh* haben genau eine ſolche Länge, daſs, wenn ſie horizontal ins Glas geſtellt werden, ſie alsdann beinahe das belegte Innere des Glaſes berühren. Um den oben erwähnten Stab in das Glas zu bringen und ihn feſtzumachen, läſst man die Stücke *hh* an ihren Charnieren herabhängen, nachdem man vorher Schnüre an die Ringe *k k* angebracht hat, welche durch die Fugen des Bretes *g* gehen. Wenn man den Stab in das Glas hineingebracht hat, ſo zieht man die Schnüre in die Höhe, bis die Stücke horizontal ſind; und wenn man ſie alsdann durch die kleinen Keile befeſtigt hat, ſo ſteht der Stab ſenkrecht im Glaſe.

Damit das Bret *g* und die Holzſtücke *hh* auch dazu dienen, bei Entladung der Batterie die electriſche Materie aus der obern Belegung des Glaſes zu leiten, ſo ſind ſie mit ſtarker Zinnfolie überzogen.

Digitized by Google

Die Batterie empfängt die electrische Materie dieser Maschine durch zwei horizontale Röhren, die eine Leitung zwischen den Kugeln mit den saugenden Armen und mit zweien von den grossen Kugeln der Batterie, welche der Maschine am nächsten sind, machen. Diese Röhren gehen nur in Löcher, die zu diesem Ende in die benannten Kugeln gemacht sind.

Um eine vollkommene Gemeinschaft zwischen den belegten äussern Seiten der Gläser hervorzubringen, sind die Boden der Kasten, auf welchen sie stehen, mit Blei überzogen, und die Verbindung dieser vier Boden geschieht durch eine bleierne Platte, die zwischen die beiden vordern und die beiden hintern Batterien angebracht ist. Diese Platte ist so breit, dass die Rollen der nächsten Ecken an allen vier Batterien darauf stehen; und da diese Rollen von Kupfer sind und ihre eisernen Zapfen die bleiernen Boden berühren, so ist auch eine vollkommene leitende Verbindung zwischen allen den bleiernen Boden, worauf die Gläser stehen.

Um diese Batterie entladen zu können, ohne eine Seitenexplosion befürchten zu dürfen, bediene ich mich des Apparats, den man zur Seite der Batterie abgebildet sieht. Eine kupferne Kugel von 6 Zoll ist auf einer gläsernen Säule isolirt,

Digitized by Google

und über dieſer Kugel befindet ſich eine lange kupferne Röhre, die durch ein Charnier damit verbunden iſt. Dieſe Röhre wird durch eine ſeidene Schnur, die über eine Rolle geht, in der ſchiefen Richtung erhalten, wie es auf dem Kupfer vorgeſtellt iſt. Am Ende dieſer Röhre iſt eine kupferne Kugel von 6 Zoll im Durchmeſſer, welche auf die Kugel in der Mitte der Batterie fällt, wenn man die Röhre herunterläſst. Die Batterie wird nun entladen, wenn man, nachdem man durch einen ſtarken kupfernen Draht, (man ſehe das Kupfer,) oder durch irgend einen andern Leiter eine Gemeinſchaft zwiſchen der Kugel, die auf dem gläſernen Träger ſteht, und dem Ende der oben erwähnten bleiernen Platte, die unter der Batterie iſt, hervorgebracht hat, alsdann die obgenannte Röhre ſo weit herabläſst, bis ihre Kugel die Kugel in der Mitte der Batterie berührt. Weil man die Röhre, welche die Entladung leitet, durch eine ſeidene Schnur lenken kann, ſo hat man nichts von ihren Wirkungen zu befürchten.

Wenn man einen Gegenſtand der Entladung dieſer Batterie ausſetzen will, ſo ſtellt man ihn ſo, daſs er an einer Seite die Communicationsplatte unter der Batterie berührt, und auf der andern Seite ſetzt man ihn mit dem untern Ende des di-

Digitized by Google

cken kupfernen Drahts, den man am Ende der bleiernen Platte auf der Kupfertafel ſieht, in Berührung.

Auf den beiden groſsen vordern Kugeln dieſer Batterie ſieht man zwei Electrometer. Das zur rechten Seite iſt nach der Erfindung des Herrn Brook von Herrn Adams in London verfertigt. b) Das andere Electrometer, von Herrn Cuthbertſon gemacht, iſt Fig. 3, Taf. II, genauer vorgeſtellt. Die kleine Kugel von Kork *a*, die an einem ſehr dünnen Spieſse von Elfenbein *bcd* ſich befindet, wird durch die kupferne Röhre *ee* abgeſtoſsen; und weil der dünne elfenbeinerne Spieſs *bcd* um eine Achſe bei *c* beweglich iſt, ſo wird der Repulſionswinkel der kleinen Kugel durch ihr Ende *d* auf der Scale *fg* angezeigt. Weil dieſes Electrometer beweglicher iſt, ſo iſt es dazu beſtimmt, die Grade der erlangten Kraft anzuzeigen, wenn man anfängt, die Batterie zu laden; es zeigt auch den Ueberreſt der Ladung an, wenn dieſer von Erheblichkeit iſt.

Das andere Electrometer, nach Brook, zeigt nicht ſo ſchnell die Ladung der Batterie an; aber

b) *A. Brook* Miſcellaneous experiments, Norwich 1789. *G. Adams* Eſſay on Electricity, Lond. 1784, Pag. 504, Fig. 96.

Digitized by Google

ſeine Anzeige iſt genauer, wenn man die Batterie ſtark ladet.

Wenn ich Experimente anſtellte, die eine abgemeſſene Kraft erforderten, ſo bediente ich mich vorzüglich dieſes Electrometers, weil die Repulſionen zwiſchen den beiden Kugeln deſſelben, welche einen Zoll im Durchmeſſer haben, durch die Anzahl der Grane angezeigt werden, die ihnen das Gleichgewicht halten, und weil es folglich am beſten eingerichtet iſt, um in jedem Falle die Stärke oder den Grad der Ladung anzuzeigen und dieſen mit demjenigen der andern Batterie zu vergleichen.

Die kupfernen Röhren, auf welchen dieſe Electrometer ſtehen, haben unten Charniere, die in Kugeln beſtehen, von welchen jede feſt in ihre kupferne Kapſel eingeſchloſſen iſt. Vermittelſt dieſer Charniere iſt es leicht, die Electrometer perpendiculär zu ſtellen.

Ich fing die Verſuche mit dieſer Batterie im März 1790 damit an, daſs ich zuerſt verſuchte: wie ſtark ſie geladen werden könne; wie hoch das Electrometer ſtünde, wenn ſie im höchſten Grade geladen wäre; und wie viele Umläufe der Scheiben bei günſtigem Wetter erfordert würden. Weil der Wind vierzehn Tage hindurch

Digitized by Google

aus Oſten kam, ſo war die Luft ſehr trocken und folglich ſehr günſtig.

Ich lieſs zur Erreichung meines Zwecks die Scheiben ſo lange drehen, bis die Batterie ſich von ſelbſt entladete, welches gerade bei dem hundertſten Umlaufe der Scheiben geſchah. Das Electrometer von Brook zeigte damals auf 25 Gran. Das Glas, durch welches die Batterie ſich entladen hatte, (die Entladung geſchah über dem nicht belegten Rande,) war zugleich an der Seite der Stelle, durch welche die Entladung gegangen war, durchlöchert.

Um zu verſuchen, ob die Gläſer dieſer Batterie bis zu eben demſelben Grade geladen geweſen waren, als die der vorigen Batterie, ehe ſie ſich entladete; ſo bediente ich mich von dem nämlichen Eiſendrahte $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, der unter No. 1 im Handel und Wandel bekannt iſt, und wovon ich niemals mehr als 10 Zoll bei der Entladung der vorigen Batterie von 225 Quadratfuſs ſchmelzen konnte. Ich nahm ein ſolches Maaſs davon, daſs es zu der Gröſse dieſer Batterie ſich eben ſo verhielt, als die 10 Zoll zu der vorigen Batterie, das heiſst, zu $24\frac{1}{2}$ Zoll. Ich lieſs die Scheiben ſo lange drehen, bis das Electrometer von Brook auf $24\frac{1}{2}$ Gran ſtand, welches nach der 98ſten Umdrehung der Scheiben ge-

Digitized by Google

ſchah; bei Entladung der Batterie war nun der oben erwähnte Draht ſeiner ganzen Länge nach geſchmolzen, und die kleinen glühenden Kügelchen deſſelben wurden weit und breit zerſtreuet. Dieſes Umherſtreuen des geſchmolzenen Eiſens war ein Zeichen, daſs ein längerer Draht von dieſer Dicke durch eine ſolche Ladung der Batterie geſchmolzen werden könne. Ein andermal ſchmolz ich mit gleicher Ladung 25 Zoll von eben dieſem Eiſendrahte. Als ich den Verſuch wiederholte, um einen längern Draht von dieſer Dicke zu ſchmelzen, und jetzt die Batterie ½ Grad höher geladen hatte; ſo ging ſie von ſelbſt los, und ein Glas wurde nahe über dem Boden durchbohrt. Nach dieſem Verſuche hielt ich es für unnöthig, noch mehrere Gläſer zu wagen, um zu prüfen, wie viel Eiſendraht durch die Ladung der Batterie geſchmolzen werden könne, weil die angeführten Experimente hinreichend zeigten, daſs die Kraft der Ladung dieſer Batterie ſelbſt die vorige merklich übertrifft.

Ich habe dieſes Experiment und einige andere die nachfolgenden Tage mehrere Male in Gegenwart der Herren Directoren und Mitglieder der Teylerſchen Stiftung und vieler Liebhaber wiederholt, wobei ich jedesmal, durch weniger als hundert Umdrehungen der Scheiben,

Digitized by Google

die Batterie so stark geladen hatte, dafs $24\frac{1}{2}$ Zoll Eisendraht von $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser geschmolzen wurden.

Den 6ten eben desselben Monats, als das Wetter der Electricität sehr günstig war, lud ich zweimal, im Beiseyn vieler oben benannten Personen, die Batterie durch 90 Umdrehungen der Scheiben so stark, dafs das Electrometer von Brook 25 Gran anzeigte, und dafs $24\frac{1}{2}$ Zoll von eben dem Eisendrahte zerschmolz und als kleine glühende Kügelchen zerstreuet wurde.

Die volle Ladung dieser grofsen Batterie mit so wenigen Umdrehungen der Scheiben ist ein deutlicher Beweis der gegenwärtigen Kraft dieser Maschine. Wenn man die Anzahl der Umdrehungen der Scheiben, welche nothwendig waren, um die vorige Batterie etwa eben so stark zu laden, vergleicht; so kann man daraus schliefsen, wie weit die gegenwärtige Kraft dieser Maschine diejenige übertrifft, die sie in ihrem vorigen Zustande hatte. Da die vorhergehende Batterie, die 225 Quadratfufs von belegtem Glase enthielt, ohne wenigstens 160 Umdrehungen der Scheiben nicht gänzlich geladen wurde; so kann man berechnen, dafs nach dem Verhältnisse der Gröfse dieser Batterie 357 Umdrehungen der Scheiben zur völligen Ladung dieser Bat-

Digitized by Google

terie unter gleichen Umſtänden nothwendig geweſen ſeyn würden, wenn nämlich die Maſchine eben dieſelbe Kraft hatte, die ſie in ihrem beſten vorigen Zuſtande beſaſs. Nun hat man aber dieſe Batterie bis zum höchſten Grade bei weniger als 100, und ſogar bei 90 Umdrehungen der Scheiben ſich laden ſehen.

Ehe man aus dieſem Verſuche folgern kann, um wie viel die gegenwärtige Kraft dieſer Maſchine ihre vorige Kraft übertrifft, wenn man ſich derſelben zur Ladung groſser Batterien bedient, muſs man erwägen, daſs es unmöglich iſt, dieſe Batterie in eine ſo vortheilhafte Stellung als die vorhergehende zu bringen, ſo daſs ſie ſich von ſelbſt auf das ſchnelleſte entlade. Die vorhergehende Batterie von 225 Fuſs ging niemals bei 160 Umdrehungen der Scheiben von ſelbſt los, wenn man ſie nicht vorher in die Sonne geſtellt hatte; denn zwei oder drei Stunden nachher entlud ſie ſich erſt, ſelbſt bei dem günſtigſten Wetter, nach 200 oder mehrern Umdrehungen der Scheiben. Da nun aber die gegenwärtige Batterie wegen ihrer Gröſse und ihrer verſchiedenen Einrichtung nicht in die Sonne geſetzt werden kann; ſo muſs man auch die Ladung derſelben mit ſolchen Ladungen der vorhergehenden Batterie vergleichen, welche wenigſtens zwei

oder

Digitized by Google

oder drei Stunden nachher, als sie durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden war, geschahen. Diese Ladungen der Batterie von 225 Fuss erforderten immer wenigstens 200 Umdrehungen c) der Scheiben, und man kann daraus schliessen, dass die gegenwärtige Batterie von 550 Fuss we-

c) Als ich mit der ehemaligen Batterie kurz nachher, als sie in der Sonne gestanden hatte, Versuche machte, zweifelte ich nicht, dass sie aufs stärkste geladen wäre, weil sie sich nicht nur von selbst über dem unbelegten Rande eines der Gläser entlud, sondern weil auch bisweilen ein Glas durch eine solche Entladung durchlöchert wurde. Doch habe ich die gröfste Wirkung dieser Batterie nie eher, als zwei oder drei Stunden nachher, als sie durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden war, erhalten; denn es erhellet aus dem Tagebuche meiner Versuche, dass die Schmelzung von 10 Zoll Eisendraht von $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser niemals eher als einige Stunden nachher gelang, nachdem die Batterie in die Sonne gesetzt worden war, und nachdem man 200 oder mehr Umdrehungen der Scheiben angewandt hatte, um die Batterie so stark als nur möglich zu laden. Den Grund dieser Verschiedenheit sah ich nicht eher ein, als bis die Beobachtungen des Herrn Brook, (*Miscellaneous experiments and remarks on Electricity*, Norwich 1789,) mir in diesem Stücke Aufschluss gaben. Er erzählt, er habe beobachtet, „dass, „wenn ein belegtes Glas erwärmt würde, damit „es recht trocken und rein sey, es sich alsdann von „selbst weit leichter entlade: dass es also", (wie

nigſtens 500 Umdrehungen der Scheiben zu einer vollkommenen Ladung erfordert haben würde, wenn die Maſchine die nämliche Kraft hätte, die ſie in ihrem vorigen Zuſtande beſaſs. Da nun aber die Batterie durch 90 Umdrehungen der Scheiben gänzlich geladen wird, ſo übertrifft die

er ſagt,) „ganz offenbar iſt, daſs das Glas, wenn „es ganz trocken und rein iſt, keine ſo ſtarke „Ladung annehmen kann, als es ſonſt anzuneh„men vermögend iſt.“ Er unterſuchte hierauf dieſen Unterſchied mit ſeinem Electrometer, und fand, daſs die Ladung des recht trockenen und gereinigten Glaſes, zu der eben deſſelben Glaſes, wenn es weniger trocken und gereinigt war, ſich wie 15 zu 24 verhielt. Nachher hat er einen noch gröſsern Unterſchied in dieſer Rückſicht bemerkt.

Bei Leſung dieſer Beobachtungen des Herrn Brook erinnerte ich mich auch, daſs das Electrometer, das auf der vorigen Batterie ſtand, kurz nachher, nachdem ſie durch die Sonnenſtrahlen erwärmt worden war, nie zu einem ſo hohen Grade ſtieg, als einige Stunden hernach; und beim Nachſehen des Tagebuchs meiner Experimente vom Jahre 1786 und 1787 habe ich gefunden, daſs die Batterie ſich damals beim Anfange meiner Verſuche kurz nachher, als ſie in die Sonne geſetzt war, ſich entlud, als das Electrometer auf 18 oder 19 Grad ſtand, daſs aber einige Stunden ſpäter das nämliche Electrometer auf 23, 24 oder 25 Grade ſtieg, ehe die Batterie von ſelbſt losging. Damals glaubte ich, daſs dieſer Unter-

Digitized by Google

gegenwärtige Kraft der Maſchine, um groſse Batterien ſchnell zu laden, diejenige, welche ſie vorher hatte, wenigſtens *fünfmal*.

Wenn ich dieſe Berechnung bloſs auf die Anzahl der Umdrehungen der Scheiben gründen wollte, welche zur Ladung der erwähnten Batte-

ſchied, den das Electrometer angab, von der Veränderung der Luft herkäme, in der dieſe Verſuche gemacht wurden; denn ich fing ſie gemeiniglich um 11 Uhr des Morgens an, als der Saal, in welchem die Batterie ſtand, von den Sonnenſtrahlen erhellet, und die Luft alſo trockner war, als des Nachmittags oder gegen Abend, da das Hygrometer gemeiniglich anzeigte, daſs die Feuchtigkeit der Luft um einige Grade zugenommen hatte. Der Gang des Electrometers ſchien mir alſo mit der Feuchtigkeit der Luft im Saale in Verhältniſs zu ſtehen. Da dies zu andern Beobachtungen hinzukam, die mich in eben der Meinung beſtätigten, ſo ſchrieb ich das höchſte Steigen des Electrometers des Nachmittags oder gegen Abend der vermehrten Feuchtigkeit der Luft zu, und dieſer Irrthum verhinderte mich, zu bemerken, daſs die Batterie wirklich ſtärker geladen war. Ich wiederholte auch nicht oft genug die Experimente, welche eine abgemeſſene Kraft erfordern, in den verſchiedenen Zeiten des Tages, als daſs ich die Verſchiedenheit der Ladungen der Batterie nach der Verſchiedenheit ihrer Wirkung hätte entdecken können, und blieb alſo in dem Irrthume, bis mir die Beobachtungen des Herrn Brook in dieſem Stücke Licht gaben.

Digitized by Google

rien nöthig waren, ehe ſie ſich ſelbſt entluden; ſo könnte man mir den Einwurf machen, daſs man die Batterien zu verſchiedenen Zeiten ſich entladen ſehe, wenn das Electrometer ſehr verſchiedene Grade der Stärke anzeigt, und daſs man alſo keine ſolche Vergleichung darauf bauen könne. Aber aus dem, was ich eben geſagt habe, ergiebt ſich, daſs die Ladungen der Batterien, die ich verglichen habe, ſolche ſind, welche Eiſendraht von gleicher Dicke in Längen geſchmolzen haben, die den verſchiedenen Quantitäten des belegten Glaſes angemeſſen waren. Nun iſt aber dieſe Art, die Kraft der Entladungen der Batterien, die im höchſten Grade geladen ſind, zu prüfen, bekanntlich die beſte Probe, um anzuzeigen, ob die Batterien von verſchiedenen Gröſsen wirklich gleich ſtark geladen worden ſind. [d])

Ich bin jedoch weit entfernt, die berechnete Zunahme der Kraft dieſer Maſchine der beſſern Einrichtung ihrer Reiber zuzuſchreiben. Schon in

d) Ich habe dieſes Experiment mit dem Schmelzen des Eiſendrahts vorgezogen, ohne mich bloſs auf die Anzeige des Electrometers von Brook zu verlaſſen, um jedem Einwurfe vorzubeugen, den man etwa von der Verſchiedenheit der Stellung dieſes Electrometers auf den beiden Batterien hernehmen könnte.

Digitized by Google

der erſten Ankündigung, die ich davon in einem Briefe an Herrn Landriani gab, welcher in das Pariſer Journal de Phyſique vom Februar 1788 eingerückt iſt,*) habe ich gezeigt, daſs das Amalgama des Herrn Kienmayer, welches zu dieſen Reibern gebraucht wird, überhaupt die Kraft der electriſchen Reiber beträchtlich vermehrt, und daſs nach der Berechnung des Herrn Kienmayer ſelbſt, der die Vermehrung der Wirkung dieſer Reiber auf $\frac{2}{3}$ ſchätzt, man berechnen kann, daſs die Maſchine in ihrem erſten Zuſtande beim Gebrauche dieſes Amalgama's die Batterie durch 300, ſtatt 500 Umdrehungen der Scheiben würde haben laden können. Da nun aber jetzt die Batterie durch eine viel geringere Anzahl von Umdrehungen der Scheiben, als 300, geladen wird; ſo muſs man Alles, was man gewonnen hat, um die Batterie durch weniger als 300 Umdrehungen der Scheiben zu laden, meiner Meinung nach, der beſſern Einrichtung der Reiber und der verbeſſerten Art, ſie anzubringen, zuſchreiben.

Ich will noch einige Verſuche und Beobachtungen hinzufügen, welche die groſse Kraft bei Entladung dieſer Batterie zeigen.

*) Man ſehe auch *Journal der Phyſik*, B. , S. . G.

Eisendraht von No. 16, der im Durchmesser $\frac{1}{240}$ Zoll hat, und wovon ich eine Länge von 100 Fuss nahm, schmolz durch eine Ladung von 24 Grad. An einem andern Tage schmolz ich davon 104 Fuss, und der ganze Draht zerschmetterte in kleine glühende Kügelchen. Wahrscheinlicher Weise hätte ich noch längere Drähte schmelzen können; aber ich hielt diesen Versuch nicht für wichtig genug, um mehr Zeit darauf zu verwenden, und vielleicht noch einige Gläser einzubüssen, wenn ich den höchsten Grad der Ladung der Batterie hätte anwenden wollen. Eisendraht von No. 11, in der Dicke $\frac{1}{120}$ Zoll, wird sehr leicht in einer Länge von 60 Fuss durch eine Ladung von 24 Grad geschmolzen. Als ich die Wirkung einer Ladung von $24\frac{1}{2}$ Grad auf 36 Zoll Eisendraht von No. 1 versuchte, so bemerkte ich, dass er in seiner ganzen Länge glühte, so dass die Hälfte davon ganz blau wurde, der übrige Theil aber schien an seiner Oberfläche schwach verkalkt zu seyn. Bei diesem Experimente sah ich ein Phänomen, das ich noch nie vorher beobachtet hatte. In dem Augenblicke der Entladung nämlich war der Draht, so lang als er war, mit einem so starken Lichte umgeben, dass man es sehr deutlich wahrnehmen konnte, ob ich gleich den Versuch beim Tages-

Digitized by Google

lichte anſtellte. Als ich ihn gegen Abend wiederholte, ſo ſchien das ſehr lebhafte Licht, welches dieſen Draht in dem Augenblicke, als die Entladung durchging, umgab, mehr als einen Zoll im Durchmeſſer zu haben. Der Schlag der Entladung war auch bei dieſem Experimente ſtärker als alle diejenigen, welche ich vorher gehört hatte.

Wenn die Entladung über ſcharfe Ränder von *Quarz* geleitet wird; ſo kann man ſehr deutlich ſehen, daſs dieſe Ränder abgerundet werden, und daſs der Quarz einige Schmelzung erleidet.

Der Rückſtand von der Ladung, der nach geſchehener Entladung der Batterie noch vorhanden iſt, iſt bisweilen ſehr beträchtlich, vorzüglich, wenn die Entladung durch ſehr dünnen Metalldraht geleitet ward, um zu finden, was für eine Länge von Draht durch dieſe Batterie geſchmolzen werden konnte. Ich verſuchte es mit einem ſolchen Rückſtande drei bis vier Minuten nach der Entladung, und er ſchmolz noch ſechs Fuſs von dem Eiſendrahte No. 16; ich zweifle nicht, daſs ich mit einem ſolchen Reſte einen viel längern Draht von dieſer Dicke hätte ſchmelzen können, wenn ich es der Mühe werth geachtet hätte, dieſes Experiment noch weiter fortzuſetzen.

Digitized by Google

VI.

FORTGESETZTE VERSUCHE

über

den Einfluſs der Electricität auf den Puls und die unmerkliche Ausdünſtung,

vom

Herrn D. van MARUM

in Haarlem. *)

I.

Die Verſuche, welche ich im Jahre 1785 mit Beihülfe mehrerer Aerzte über den Einfluſs der electriſchen Kraft der Teylerſchen Maſchine auf den Puls von 13 Perſonen beiderlei Geſchlechts und von verſchiedenem Alter anſtellte, zeigten, daſs eine ſo groſse Kraft, ſie mag poſitiv oder negativ ſeyn, als die von unſrer Maſchine iſt, keine merkliche Wirkung auf den Puls irgend einer dieſer 13 Perſonen hatte. Ich vermuthete, daſs dieſe Erfahrungen, die ich in eben demſelben Jahre nebſt der Beſchreibung unſrer Maſchine bekannt machte, die ganze Hypotheſe: daſs die Electricität den Umlauf des Blutes gemeiniglich beſchleunige; über den Haufen werfen,

*) Ebendaſ., S. 50 ff.

Digitized by Google

und dafs man mir die aus dieſen Erfahrungen gezogene Folgerung durchgängig zugeben würde, „dafs, wenn man nämlich eine merkliche Beſchleunigung an dem Pulſe einer electriſirten Perſon beobachtet hat, ſie in den meiſten Fällen „ihren Grund in der Furcht der electriſirten Perſon gehabt habe.“ Ich hatte die Beiſtimmung hierzu um ſo mehr erwartet, da ich faſt die Hälfte dieſer Erfahrungen mit Perſonen gemacht habe, die vorher die Beſchleunigung des Pulſes durch die Electricität behauptet, und ſogar eine ausführliche Erzählung einiger Experimente geliefert hatten, welche für dieſes Syſtem ſehr entſcheidend zu ſeyn ſchienen, von denen man alſo vermuthen konnte, dafs ſie erſt nach der ſtrengſten Prüfung den Reſultaten dieſer Erfahrungen, die von den ihrigen ſo ſehr verſchieden waren, ihre Beiſtimmung geben würden.

Ich finde indeſſen, dafs dasjenige, was meine Erfahrungen angaben, von einigen Electrikern, hauptſächlich von ſolchen, die das Syſtem von der Beſchleunigung des Pulſes angenommen hatten, als ſehr wenig entſcheidend angeſehen wird, und dafs man die Anzahl der Perſonen, mit denen ich meine Experimente vorgenommen habe, für zu klein hält, als dafs ſich die oben erwähnte Folge gültig daraus ziehen lieſse. Dieſe Zweifel

Digitized by Google

ſind durch eine Diſſertation der Herren van Trooſtwyk und Deiman ſehr verſtärkt worden, die ſich in dem 8ten Bande der *Abhandlungen der Rotterdammer Geſellſchaft der Experimental-Phyſik* vom Jahre 1787 befindet, und folglich zwei Jahre nach meinen gemachten Erfahrungen bekannt gemacht iſt. Die Verfaſſer dieſer Abhandlung, welche die behauptete Beſchleunigung weder an ihrem eignen Pulſe noch an dem der andern Perſonen wahrnehmen konnten, während ſie durch die Teylerſche Maſchine electriſirt wurden, geben hier eine umſtändliche Nachricht von einer gemachten Erfahrung, die den Anſchein groſſer Genauigkeit hat, und deren ſie ſich zum Beweiſe bedienen, daſs der Puls überhaupt durch die Electricität auf eine ſehr bemerkbare Art beſchleunigt werde. a)

a) Nachdem dieſe Herren geſagt haben, daſs die Verſuche des Herrn Deiman, (die ſich in ſeinen mediciniſchen Erfahrungen über die Wirkung der Electricität finden,) zeigen, daſs ſich die Pulsſchläge in einer Minute durch die Electricität um zehen vermehren; ſo geben ſie die Beſchreibung dieſes Verſuchs in folgenden Ausdrücken:

„Ungeachtet aller dieſer Verſuche haben „wir noch immer gezweifelt, ob nicht etwa der „bloſse Gedanke, daſs man electriſirt werde, „ſelbſt bei dem geübteſten Electriker, einigen

Digitized by Google

Dieſe Abhandlung wurde zwar im Jahre 1783 der obgenannten Geſellſchaft mitgetheilt, alſo zwei Jahre eher, als dieſe Herren mit mir von den entgegen geſetzten Reſultaten unſrer Verſuche mit der Teylerſchen Maſchine überzeugt wur-

„Einfluſs auf die Schnelligkeit des Pulſes haben „könne. — Deswegen haben wir folgendes Ex„periment gemacht. Wir iſolirten zwei Perſo„nen, die ſehr geübt im Puls-Fühlen waren, in „einem entfernten Zimmer, wo man nicht ein„mahl das Umdrehen der Scheibe der Maſchine „hören konnte, und ſetzten ſie in leitende Ver„bindung mit der Maſchine, während Zwei von „uns in dem Zimmer blieben, wo die Maſchine „ſtand. Wir beſtimmten die Zeit genau durch „zwei gleich gehende Sekundenuhren. Die bei„den iſolirten Perſonen muſsten ſich, eine der „andern, eine beſtimmte Zeit hindurch den Puls „fühlen, und eine dritte Perſon ſchrieb die Puls„ſchläge von Minute zu Minute auf. Die Elec„triſirmaſchine in dem andern Zimmer war „nicht immer in Bewegung, ſondern abwech„ſelnd, einige Minuten lang. Die Minuten, in „welchen die Maſchine in Bewegung war, und „die Zwiſchenminuten wurden aufgezeichnet „und nachher zuſammen verglichen. Daraus er„ſahen wir nun ſehr deutlich, daſs während „des Electriſirens die Zahl der Pulsſchläge über„haupt um 8 vermehrt wurde. Dieſes Experi„ment hat uns gänzlich von der Beſchleunigung „des Umlaufes des Bluts überzeugt, und kann zur „Beſtätigung der erwähnten Verſuche dienen.“

Digitized by Google

den: allein man hat dieſes bei Herausgabe der Abhandlung nicht erwähnt; daher ſind mehrere Leſer derſelben, die auf die Zeit, in der ſie mitgetheilt wurde, nicht Rückſicht nahmen, zu der irrigen Meinung veranlaſst, daſs die Verſuche, welche ich mit dieſen Gelehrten im Jahre 1785 anſtellte, durch ihre ſpätern Erfahrungen widerlegt worden wären.

Da alſo die von mir bekannt gemachten Verſuche, von jener Zeit an, als ſehr wenig entſcheidend angeſehen wurden, ſo hielt ich es für meine Pflicht, ſie mit mehrern andern Perſonen zu wiederholen, da der Medicinal-Gebrauch, den man in einigen Fällen von der Electricität macht, mich glauben läſst, daſs es in dieſer Rückſicht von Nutzen ſeyn könnte, zu wiſſen: ob man mit einigem Grunde von der Electricität die Beſchleunigung des Blutumlaufes erwarten könne, oder ob die Beſchleunigung des Pülſes, den man bei einigen electriſirten Perſonen wahrnimmt, wahrſcheinlicher Weiſe nur die Wirkung der Furcht oder einer andern zufälligen Urſache ſey. Deswegen erſuchte ich den Herrn Dr. N. C. de Fremery und Herrn Chirurgus J. Kragtingh, mich bei dieſen Verſuchen zu unterſtützen. Folgende Tafel zeigt das Reſultat an:

Digitized by Google

		Vor dem Verſuch	Am poſitiven Conductor.	Am negativen Conductor.
Der Puls von G. Jongeling	1 Min.	72	74	73
	2 —	73	74	76
	3 —	71	76	72
	4 —	73	74	73
Der Puls von J. Tirion	1 Min.	75	83	78
	2 —	75	80	80
	3 —	76	82	83
	4 —	78	80	80
Der Puls von A. Broeſe	1 Min.	101	106	106
	2 —	102	105	104
	3 —	106	107	104
	4 —	102	105	106
Der Puls von J. de Witt	1 Min.	134	122	128
	2 —	123	118	126
	3 —	127	123	124
	4 —	127	114	125

		Vor der Electrifirung.	Bei der poſitiv. Electrifirung.	Bei der negativ. Electrifirung.
Der Puls von A. van Leuwen	1 Min.	79	79	80
	2 —	79	83	84
	3 —	81	84	84
	4 —	85	84	85
Der Puls von H. Caſpers	1 Min.	85	85	87
	2 —	85	88	90
	3 —	85	89	90
	4 —	88	86	89
Der Puls von C. Aſſelbergh	1 Min.	80	83	84
	2 —	81	87	85
	3 —	83	84	83
	4 —	83	85	86

Digitized by Google

		Vor der Electrisirung.	Bei der positiv. Electrisirung.	Bei der negativ. Electrisirung.
Der Puls von J. Perez	1 Min.	89	91	92
	2 —	94	89	90
	3 —	94	95	92
	4 —	93	92	91
Der Puls eines Knaben von acht Jahren	1 Min.	93	93	94
	2 —	97	100	101
	3 —	99	99	98
	4 —	98	101	103
Der Puls von N. C. de Fremery	1 Min.	85	88	89
	2 —	88	89	90
	3 —	85	93	92
	4 —	88	88	92
Der Puls von J. Kragtingh	1 Min.	94	96	100
	2 —	93	99	99
	3 —	96	98	99
	4 —	99	99	100

Dieſe Verſuche b) zeigen, wie die vorhergehenden, daſs in dem Pulſe einiger Perſonen eine

b) Wir haben dieſe Verſuche ganz auf eben die Art gemacht, als diejenigen, die ich vorher mit den Herren Deiman und van Trooſtwyk angeſtellt habe, da ſich dieſe Herren auf eben denſelben Iſolirſtuhl, dem zur Seite ſetzten, deſſen Puls ſie fühlen wollten.

Die Perſonen, deren Puls wir beobachtet haben, waren gröſstentheils an die Wirkungen der Electricität gewöhnt, theils wegen ihrer eignen Experimente, theils, weil ſie denſelben oft beigewohnt hatten. Wir hatten ſie zu dieſen Expe-

Digitized by Google

ſehr beträchtliche Unregelmäſsigkeit Statt finder, und daſs die Anzahl der Schläge bey keiner von dieſen Perſonen in allen Minuten diejenige übertraf, die man vor dem Electriſiren bei derſelben beobachtete.

Der Verſuch mit dem Pulſe des Herrn Tirion ſcheint dem Syſteme von der Beſchleunigung des Pulſes durch die Electricität am meiſten zu entſprechen: man ſieht aber doch, daſs die Anzahl der Pulsſchläge dieſes Herrn vor der Electriſirung in der letzten Minute der Beobachtung und in der erſten Minute der negativen Electriſirung vollkommen übereinſtimmt, indem ſie in beiden Fällen 78 ausmacht; und daſs der Puls in der Hälfte der Zeit der Electriſirung, ſowohl der poſitiven als der negativen, ſchlug, welches nur einen Unterſchied von zwei Pulsſchlägen ausmacht. Dieſer Unterſchied iſt in der That zu geringe, um daraus den Schluſs zu machen, daſs die Electricität in dieſem Falle den Puls wirklich beſchleunigt habe. Uebrigens zeigt dieſe Tafel, daſs der Unterſchied, den man in einigen Fällen zwiſchen den Pulsſchlägen einer electriſirten und nicht electriſirten Perſon bemerkt hat, gar nicht

rimenten mit Fleiſs gewählt, damit wir nicht etwa durch die Wirkung der Furcht auf den Umlauf des Geblüts getäuſcht werden möchten.

Digitized by Google

den Unterſchied überſteigt, den man bisweilen in wenig Minuten an dem Pulſe einer nicht electriſirten Perſon wahrnimmt.

II.

Die Vermehrung der unmerklichen Ausdünſtung bei einer electriſirten Perſon iſt von vielen Electrikern als eine beſtändige Wirkung der mitgetheilten Electricität angeſehen worden, und man hält ſie durch Erfahrung für bewieſen, weil man oft die Beförderung des Schweiſses während des Medicinal-Gebrauchs der Electricität oder nach demſelben, ſowohl durch Mittheilung als durch Erſchütterungsfunken, beobachtet hat. Seit meinen erſten Verſuchen über die Beſchleunigung des Pulſes durch die Electricität fing ich ſchon an zu zweifeln, ob der Schweiſs, den man bei electriſirten Perſonen beobachtet hat, nicht etwa oft mehr die Wirkung der Furcht als der Electricität geweſen ſey. Deswegen wünſchte ich mit unſrer Maſchine in dieſer Hinſicht genauere Verſuche anzuſtellen.

Ich nahm daher eine ſehr genaue Wage, und iſolirte die eine Schale derſelben vermittelſt ſeidener Schnüre. Ich ſtellte einen achtjährigen Knaben hinein, brachte ihn mit dem Conductor in leitende Verbindung, und die Wage ins Gleichgewicht.

Digitized by Google

gewicht. Nun beobachtete ich das durch die unmerkliche Ausdünſtung in einer halben Stunde verlorne Gewicht des Knaben vor dem Electriſiren; dieſer Verluſt betrug 280 Gran. Die Maſchine wurde hierauf in Bewegung geſetzt, und ich lieſs ihn eine halbe Stunde electriſiren. Sein Verluſt war jetzt 295 Gran. Ich wiederholte das Experiment an einem andern Tage; der Knabe verlor durch die Ausdünſtung vor dem Electriſiren 330 Gran am Gewichte in einer halben Stunde, und in einem gleichen Zeitraume 310 Gran, als er electriſirt wurde.

Ich bat den Herrn v. Fremery, dieſe Verſuche mit mir an andern Perſonen zu wiederholen. Wir verfuhren dabei auf eben die Art, und unterſuchten in allen Fällen das in einer halben Stunde durch die Ausdünſtung verloren gegangene Gewicht.

Ein Mädchen von ungefähr 7 Jahren, das nahe 49 Pfund wog, verlor vor dem Electriſiren 180 Gran, und während der Electriſirung 165 Gran. Ein Knabe, (ich will ihn A nennen,) von ungefähr $8\frac{1}{2}$ Jahr, der beinahe 57 Pfund wog, verlor unelectriſirt 430 Gran, und electriſirt 290 Gran. Ein anderer Knabe, B, von 9 Jahren, 53 Pfund ſchwer, verlor unelectriſirt 170, und electriſirt 240 Gran.

Digitized by Google

Wir hielten die Vermehrung der Ausdünſtung des Knaben A*) für die Wirkung der Furcht, welche wir gleich beim Anfange des Experiments zu bemerken glaubten; die vermehrte Ausdünſtung aber von B während der Electriſirung ließs uns zweifeln, ob dieſe Vermehrung die Wirkung der Electricität ſelbſt ſey, und zwar um ſo mehr, da dieſer Knabe während des Verſuchs ganz ruhig zu ſeyn ſchien. Aus dieſer Urſache entſchloſſen wir uns, den Verſuch zu wiederholen. Wir thaten es an einem andern Tage. Das Thermometer ſtand damals im Saale 72° und in freier Luft 78° Fahrenh. Der Knabe B verlor erſt unelectriſirt 550, und hernach electriſirt 390 Gran. Wir ſchrieben dieſe Verminderung der Ausdünſtung einer Erkältung des Knaben während des Experiments zu, und unterſuchten daher von neuem ſeine Ausdunſtung, ohne Electriſirung. Sie betrug 330; und als er zum zweiten Male electriſirt wurde, 270 Gran. Herr Kragtingh war auch bei dieſem Verſuche zugegen.

Wir wiederholten auch den Verſuch mit dem Knaben B, nachdem er ungefähr 1½ Stunde in dem Saale geweſen war und alſo ſchon die Ver-

*) So heiſst es im Original; eine der vorigen Zahlen muſs alſo unrichtig ſeyn, wie ſich das auch durch die Folge beſtätigt. G.

minderung der Ausdünſtung erlitten hatte, welche der Unterſchied der Temperatur im Saale verurſachen konnte. Seine Ausdünſtung war, als er nicht electriſirt wurde, 530, und electriſirt 420 Gran.

Dieſe Verſuche ſcheinen gröſstentheils mehr eine Verringerung als eine Vermehrung der unmerklichen Ausdünſtung anzuzeigen. Nur in zwey Fällen war die Ausdünſtung vermehrt, in allen andern aber war ſie merklich vermindert. Dieſe Verſchiedenheit der Ausdünſtung bei electriſirten und unelectriſirten Perſonen ſcheint uns, wie man aus dieſen Verſuchen ſieht, lediglich dieſelbe zu ſeyn, die von Natur bey dieſer thieriſchen Function Statt hat.

Digitized by Google

VII.

VERSUCHE,

welche beweiſen, daſs die Kohle Waſſerſtoff enthält,

von

Herrn *D.* van Marum
in Haarlem. *)

Herr Landriani, der mich am 10ten November 1788 beſuchte, ſchlug mir unter andern Experimenten, die ich mit unſrer Electriſirmaſchine machen möchte, auch die folgenden vor. Da er nicht überzeugt war, daſs die Kohle von allem Waſſerſtoffe frei wäre, und folglich zweifelte, ob man ſie als eine einfache Subſtanz anſehen könne, ſo veranlaſste er mich, einige Verſuche anzuſtellen, damit kein Zweifel über dieſen wichtigen Punct der neuen chemiſchen Theorie übrig bliebe. Als wir über den Verſuch des Herrn Lavoiſier, über das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft, nachdachten, wurden wir zwar davon überzeugt, daſs dieſes beweiſe, daſs die Bildung der Kohlenſäure einer Subſtanz zuzuſchreiben iſt, die von der Kohle herrührt und mit der Lebensluft vereinigt wird: aber wir waren

*) Eben daſ., S. 138 ff.

Digitized by Google

keinesweges überzeugt, daſs dieſes Experiment beweiſe, daſs die Kohle keinen Waſſerſtoff enthalte, ſo lange man nicht darthue, daſs das kohlenſaure Gas, welches aus der Verbrennung der Kohle in der Lebensluft entſteht, kein Waſſer enthält; und daſs es folglich von demjenigen verſchieden iſt, das man auf andere Art erhält, und das nach den Verſuchen des D. Prieſtley mehr als die Hälfte ſeines Gewichts an Waſſer enthält. Weder Herr Lavoiſier noch irgend ein anderer Antiphlogiſtiker hat durch ein Experiment deutlich erwieſen, daſs die fixe Luft oder Kohlenſäure, die durch das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft hervorgebracht wird, gänzlich ohne Feuchtigkeit ſey. Es war daher wichtig, ſich durch entſcheidende Experimente davon zu verſichern. Herr Landriani ſchlug mir in dieſer Abſicht vor, daſs er mit mir, vermittelſt unſrer Maſchine, das Experiment des Herrn Monge wiederholen wollte, wodurch dieſer Naturkundige bewieſen hat, daſs das Waſſer, welches in der fixen Luft oder gemeinen Kohlenſäure enthalten iſt, aufgelöſet werden kann, wenn man es in einer gläſernen Röhre durch electriſche Strahlen electriſirt. Um dieſe Operation mit eben der fixen Luft oder Kohlenſäure vorzunehmen, die Herr Lavoiſier bei ſeinem Experimente gehabt hat-

Digitized by Google

te, ſchlug mir Herr Landriani vor, dieſe vermittelſt des Feuers aus einer Miſchung von ſehr trockener und entlufteter Kohle und wohl erhitztem rothen Queckſilber-Präcipitat zu bereiten. Wir fingen dieſes Experiment den 24ſten November an. Um nun von dieſen gebrauchten Materialien alle Feuchtigkeit abzuſondern, haben wir unmittelbar vor dem Experimente, (Revivification,) viele Minuten hindurch, die geſtoſsene Kohle glühend gemacht, und das Glas, in welches wir die erzeugte Kohlenſäure ſammelten, wohl erwärmt, und wir haben auch nicht unterlaſſen, das Queckſilber, deſſen wir uns bei dieſen Experimenten bedienten, bis zum Sieden zu erhitzen. Bei aller dieſer angewandten Vorſicht zweifelten wir nun gar nicht, trockene Kohlenſäure zu bekommen, wenn nicht etwa während der Operation, (Revivification,) Waſſer hervorgebracht würde.

Um verſichert zu ſeyn, ob wirklich die Kohlenſäure, welche wir durch dieſes Mittel erhielten, Waſſer enthielte oder nicht, ſo haben wir aus unſrer Maſchine Funken hindurch gehen laſſen: denn wenn in dieſer Luft kein Waſſer war, ſo konnte auch keine brennbare Luft, (Gaz hydrogèn,) da ſeyn und keine Verkalkung, (Calcination,) des eiſernen Drahts erfolgen, welcher

Digitized by Google

der fixen Luft oder Kohlensäure ausgesetzt war. Um dieses Experiment auf eine überzeugendere Art zu bewerkstelligen, brachten wir mit dieser Luft eine beträchtliche Fläche von Eisen während des Electrisirens in Berührung. Wir nahmen in dieser Absicht einen eisernen Draht von No. 11, 24 Zoll lang, welcher, spiralförmig gedrehet, einen Cylinder von zwey Zoll bildete, der vermittelst eines Stücks Kork, welches an dessen unterm Ende angebracht war, auf dem Queckſilber schwamm. Die Kohlensäure machte in der Röhre eine Säule von 4 Zoll und $6\frac{1}{2}$ Linie vor dem Electrisiren aus; der Durchmesser der Röhre war 7 Linien. Sobald wir aber die electrisirten Strahlen durch die Kohlensäure geleitet hatten, bemerkten wir zu unserm Erstaunen, dass die Luftsäule merklich an Raum zugenommen hatte, und nach dem Electrisiren nahm, 16 Minuten hindurch, die electrisirte Luft in der Röhre einen Raum von 5 Zoll 1 Linie Höhe ein: die Vermehrung der Luft betrug also $4\frac{1}{2}$ Linie, welches ungefähr im Ganzen $\frac{1}{10}$ beträgt. Wir wuschen darauf die Kohlensäure mit ätzendem Alkali so lange, bis von der Masse nichts mehr abging. Der Rest betrug alsdann 2 Zoll in eben der Röhre. Als wir hierauf eine kleine angezündete Wachskerze an die Mündung dieser Röhre hielten, ent-

Digitized by Google

zündete sich die übrig gebliebene electrisirte Luft, so dass die Flamme in der Röhre herabstieg; welches ein Beweis ist, dass die brennbare Luft, die von der fixen electrisirten Luft übrig geblieben, gar nicht oder doch wenig vermischt war.

Da nun dieses Resultat nicht der Idee entsprach, welche uns die Theorie von dem Entstehen der durch das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft hervorgebrachten Kohlensäure giebt: so beschlossen wir, das Experiment zu wiederholen und unsre Sorgfalt zu verdoppeln, um alle Feuchtigkeit sowohl von der Materie als von dem gebrauchten Apparate zu entfernen. Wir erhitzten Alles und machten es, so viel als möglich, unmittelbar vor der Operation glühend. Wir gaben alsdann mehr Acht auf das, was während der Wiederherstellung des Queckſilbers vorging, und bemerkten, dass sich einige Dämpfe an den obern Theil der Flasche anlegten, in welcher die Wiederherstellung geschah, so wie auch in der Röhre, durch welche die hervorgebrachte Luft ihren Weg nahm. Anfänglich glaubten wir, dass dieses sublimirtes Queckſilber wäre; aber bald bildeten sich aus diesen Dämpfen Wassertropfen, welche sich immer mehr und mehr vergrösserten, so wie wir die Operation fortsetzten, dergestalt, dass wir daran nicht zweifeln konnten,

Digitized by Google

daſs während dieſer Operation mit dem Queckſilber Waſſer hervorgebracht ſey.

Wir hielten darauf mit der Operation ein, um die Flaſche und die Röhre wieder zu erhitzen und zu trocknen: aber ſobald ſich die Flaſche erhitzte und die Reduction des Queckſilbers wieder anfing, erſchienen die Waſſertröpfchen abermals an den Wänden der Flaſche und vorzüglich in der Röhre.

Nach dieſer Beobachtung zweifelten wir nicht: es würde die durch dieſe wiederholte Operation hervorgebrachte Luft bei dem Electriſiren eben die Veränderung erleiden und ebenfalls entzündbare Luft hervorbringen, wie diejenige, welche wir vorher bekommen hatten; weil wir es als ausgemacht betrachten konnten, daſs die Kohlenſäure, welche durch die Operation mit dem Queckſilber hervorgebracht worden, Waſſer enthielte. Doch um noch mehr davon überzeugt zu ſeyn, electriſirten wir dieſe Luft eben ſo, wie die andere, und das Reſultat war eben daſſelbe. Dieſe Kohlenſäure mit einer Potaſchenauflöſung gewaſchen, lieſs brennbare Luft zurück.

Dieſe Erfahrungen verdienen, unſrer Meinung nach, die Aufmerkſamkeit der Naturkundigen. Man kann nicht annehmen, daſs das Waſſer,

Digitized by Google

welches mit der Kohlensäure verbunden ist, und dass dasjenige, welches sich an den Wänden der Fläsche und der Röhre zeigte, von der Feuchtigkeit herrühre, welche sich an den Apparat und an die bei den Experimenten gebrauchten Materialien angehängt hatte: denn man hatte Alles, was bei dem Experimente gebraucht werden sollte, auf das sorgfältigste ausgetrocknet; und übrigens war die Menge des Wassers so gross, dass, wenn man auch ein wenig Feuchtigkeit bei dem Apparate und bei den Substanzen, deren man sich bediente, annehmen wollte, jenes doch unmöglich daraus entstehen konnte. Es scheint also nach unsern Versuchen erwiesen zu seyn, dass die Kohle nicht nur die Grundlage der Kohlensäure, sondern auch der brennbaren Luft enthält, die sich bei der Zersetzung der Kohle mit der Lebensluft vereinigt und Wasser hervorbringt, wovon der eine Theil sich mit der entstehenden Kohlensäure vereinigt, der andere aber in Dämpfe übergeht und sich an den kältesten Theil des Apparats verdichtet anlegt. Obgleich diese Experimente zu beweisen scheinen, dass brennbare Luft in der Kohle vorhanden ist, so würde man doch mit Unrecht glauben, dass die brennbare Luft das Oxyde oder den metallischen Kalk reducire, in dem Sinne, wie es Stahl nimmt; denn

ſie berechtigen uns nur zu dem Zweifel, daſs die Kohle keine einfache Subſtanz ſey, und machen es wahrſcheinlich, daſs in der Kohle ſelbſt die brennbare Luft einen Beſtandtheil abgebe. Wenn nämlich die brennbare Luft, welche unſre Verſuche in der Kohle anzunehmen geſtatten, das reducirende Fluidum des metalliſchen Kalks wäre, ſo würde ſie kein Waſſer hervorbringen, ſondern ſich friedlich mit dem Oxyde vereinigen und dieſes wiederherſtellen. Das Waſſer alſo, welches wir bekommen haben, beſtätigt zwar die Meinung derer, welche die Kohle als eine Subſtanz angeſehen haben, die brennbare Luft enthält; aber daraus folgt keinesweges, daſs die Verwandlung der Metallſäuren durch die Vereinigung der brennbaren Luft mit der Metallerde vor ſich gehe.

Als ich die vorhergehenden Verſuche dem Herrn Berthollet in einem Briefe mitgetheilt hatte, wovon man den Auszug in den Annales de Chymie, Tom. II, p. 270, findet, ſo bat mich dieſer berühmte Chymiſt, daſs ich dieſe Verſuche mit dem künſtlichen Reiſsblei, (Plombagine,) wiederholen möchte, indem er glaubte, daſs dieſe Subſtanz keine brennbare Luft enthielte, und daſs dieſes gröſstentheils die Urſache wäre, daſs es bei weitem nicht ſo leicht als die Kohle brennt.

Digitized by Google

Ich prüfte dieſe Muthmaſsung, ich machte das Experiment auf eben die Art wie die vorhergehenden, und fand, daſs das Reſiduum von der vermittelſt dieſer Subſtanz durch die Reduction hervorgebrachten Luft, nachdem ſie electriſirt und mit einer Potaſchenlauge wohl gewaſchen worden, faſt ganz unvermiſchte brennbare Luft war. Die Quantität dieſer brennbaren Luft betrug aber faſt nicht mehr als die Hälfte derjenigen, welche wir bei den vorhergehenden Verſuchen aus einer gleichen Menge von kohlenſaurer Luft erhalten hatten.

Digitized by Google

VIII.

EXPERIMENTE,

um die ſtrahlende Electricität nachzumachen, welche man bei den vom Blitze getroffenen Ableitern wahrgenommen hat,

von

Herrn *D.* van Marum

in Haarlem. *)

Eine der ſonderbarſten Erſcheinungen, die uns bisweilen der Blitz zeigt, iſt das ſtrahlende Licht, welches man bei den Ableitern bemerkt hat, wenn ſie vom Blitze getroffen ſind. Als der Ableiter des Thurms zu Siena vom Blitze berührt wurde, beobachteten viele Perſonen nicht nur einen electriſchen Schein an der Oberfläche des Conductors, ſondern auch einen Strom von ſehr ſichtbarem Feuer. Der Pater Beccaria, welcher ſich die gröſste Mühe gab, die Aehnlichkeit und Gleichheit zwiſchen der electriſchen Materie und dem Blitze zu beweiſen, nannte dieſes herrliche Phänomen die ſtrahlende Electricität, und gab ſich viel Mühe, es nachzumachen, aber vergebens. Als Herr Landriani im November 1788 bei mir war, bat er mich, mit unſrer

*) A. a. O., S. 152—156.

Digitized by Google

groſsen Maſchine einen Verſuch zu machen, ob es möglich wäre, durch die künſtliche Electricität dieſes ſonderbare Phänomen der natürlichen Electricität nachzuahmen. Als wir über die wahrſcheinliche Urſache dieſes Phänomens nachdachten, fanden wir, unſrer Meinung nach, daſs die ſtrahlende Electricität der vom Blitze getroffenen Ableiter von dem Widerſtande herkommen müſſe, welchen die metallenen Blitzableiter dem Gange des electriſchen Fluidi entgegenſetzen, wenn ihr Durchmeſſer gar zu unbeträchtlich iſt; oder wir glaubten, es ſey der Ableiter nicht im Stande, die Maſſe des Blitzes ganz zu faſſen, da ſich alsdann das electriſche Fluidum allenthalben ausbreiten müſſe. Wir beſchloſſen daher, denjenigen Ableiter, welcher die Strahlen des Ableiters der Maſchine empfängt, vermittelſt eines dünnen eiſernen Drahts mit dem ſtarken leitenden Drahte, der in dem Muſäum iſt, in Gemeinſchaft zu bringen.

Wir machten dieſes Experiment den 24ſten November, (die Jahrszeit war der Electricität ſehr günſtig,) mit einem eiſernen Drahte von No. 5, der $\frac{1}{7\frac{1}{2}}$ Zoll im Durchmeſſer hat. Wir ſtellten den empfangenden Leiter in einer ſolchen Entfernung von dem Leiter der Maſchine, daſs die Strahlen faſt ununterbrochen auf ihn fielen,

Digitized by Google

und wir hatten das Vergnügen, zu ſehen, daſs dieſer dünne Draht, ob er gleich den ſtarken Ableiter ſehr genau berührte, beſtändig ſeiner ganzen Länge nach mit einem Strome flammenden Lichts bedeckt war, und daſs dieſes Licht in kleinen Strahlen beſtand, die aus dem Drahte an allen Seiten hervorkamen.

Ich wiederholte darauf dieſen Verſuch an einem andern Tage mit einem eiſernen Drahte von verſchiedener Dicke, und ich beobachtete, daſs ſich das Licht um deſto ausgebreiteter an der Oberfläche deſſelben zeigte, je dünner der Draht war. Bei einem eiſernen Drahte von $\frac{1}{4}$ Linie Dicke, bemerkte man das nämliche Phänomen ſehr deutlich. Nachher verſuchte ich es mit Kupfer- und Silberdraht; ich konnte aber bei dieſem Phänomen keine Verſchiedenheit bemerken, wenn gleich der Draht von einer andern Materie war, ſobald nur der Durchmeſſer eben derſelbe blieb.

Digitized by Google

IX.

EXPERIMENTE
über verſchiedene Gegenſtände,

von

Herrn *D.* van MARUM
in Haarlem. *)

Ich werde hier einige Verſuche beſchreiben, die man mir vorgeſchlagen hat, deren Reſultate aber nicht ſo entſcheidend ausfielen, als ich wünſchte, und welche keine ſehr belehrenden oder merkwürdigen Phänomene zeigten. Dieſe Beſchreibung wird vielleicht von einigem Nutzen für ſolche Perſonen ſeyn, welche über dieſe Gegenſtände nachgedacht haben, und andere Naturkundige abhalten, ihre Zeit mit Wiederholung eben derſelben vergebens aufzuopfern. Ich werde übrigens auch noch einige Experimente hinzufügen, zu welchen die vorgeſchlagenen Anlaſs gegeben haben.

Wird die Ausdünſtung der Pflanzen während des Electriſirens vermehrt?

Ich fing an, die Wirkung der Electricität auf die Ausdünſtung der Pflanzen zu verſuchen, indem

*) A. a. O., S. 156 — 192.

Digitized by Google

dem ich sie mit den Töpfen, in welchen sie standen, isolirte und sie mit dem positiven Conductor dieser Maschine electrisirte. Als ich sie eine Viertelstunde electrisirt hatte, fand ich, dass bei einigen dieser Pflanzen das durch die Ausdünstung verlorne Gewicht über ein Viertheil, bei andern aber ungefähr ein Drittheil mehr betrug, als dasjenige, welches sie in eben dem Zeitraume vor dem Electrisiren durch die Ausdünstung verloren hatten. Obgleich diese Versuche, wenn man sie obenhin betrachtet, die Meinung zu bestätigen scheinen, dass die Ausdünstung der Pflanzen durch die Electricität vermehrt wird; so schien es mir doch, dass sie diese Vermehrung keinesweges beweisen, als ich genauer auf das Acht hatte, was während der Experimente vorgeht. Man weiss, dass immer aus den Enden der electrisirten Ableiter Luft herausströmt, wenn sie nicht recht abgerundet sind, und diese ausströmende Luft verursacht den Wind, welchen man empfindet, wenn man sich diesen äussersten Theilen der Ableiter nähert. Wenn man sich einer Pflanze nähert, während dass sie electrisirt wird, so empfindet man auch den Wind oder die Zugluft, die von den äussersten Theilen der Blätter herkommt; und es lässt sich leicht begreifen, dass

dieſe Zugluft die Ausdünſtung der Pflanzen beſchleunigen kann, weil es ſehr bekannt iſt, daſs der Wind oder die Zugluft, wenn ſie trocken iſt, die Ausdünſtung befördert. Da es unmöglich iſt, dieſe Zugluft zu verhindern, welche von den Enden, (äuſserſten Spitzen,) der electriſirten Pflanzen herkommt; ſo folgt, daſs es unmöglich iſt, nach den Experimenten zu entſcheiden, ob die Electricität ihre Ausdünſtung vermehrt, wenn man nicht dieſe Verſuche mit Pflanzen anſtellen kann, die keine Blätter oder äuſsern Enden haben, von welchen der Luftzug verurſacht wird. Die Ausdünſtung iſt aber von ſolchen Pflanzen zu unbedeutend, als daſs man in dieſer Hinſicht entſcheidende Reſultate von ihnen hernehmen könnte.

Bringt die Electricität einige Wirkung bei den empfindlichen Pflanzen hervor?

Zu dieſen Experimenten habe ich eine der empfindlichſten Pflanzen gewählt, die man nur kennt, nämlich die Mimoſa pudica, wovon ich mir ein ſehr geſundes Exemplar verſchaffte. Nachdem ich ſie in die Sonne geſetzt hatte, damit ſich ihre Blätter recht entfalten möchten, ſetzte ich ſie 2 Fuſs entfernt von dem Leiter, der po-

Digitized by Google

ſitiv electriſirt war. Die Blätter neigten ſich ein wenig; aber die Blättchen, aus welchen die gefiederten Blätter zuſammengeſetzt ſind, zogen ſich nicht im mindeſten zuſammen. Darauf verſuchte ich die negative Electricität bei dieſer Pflanze, welche ich in gleiche Entfernung geſtellt hatte; ich verſpürte keine gröſsere Wirkung. Nun ſtellte ich die Pflanze auf den Conductor, indem er poſitiv electriſirt wurde. So lange als der Leiter keine Strahlen von ſich gab, erhoben ſich die Blätter nur ein wenig und entfernten ſich von einander bei dem electriſchen Stoſse; wenn aber der Leiter Strahlen auf einen benachbarten Körper warf, ſo neigten ſich die Blätter ein wenig und nachher richteten ſie ſich in die Höhe. Dann fingen die Blättchen an, ſich einander zu nähern und ſich zu ſchlieſsen, und die Blätter neigten ſich endlich ganz und gar nach unten. Meiner Meinung nach kann man aber dieſe Wirkung nicht dem Einfluſſe des electriſchen Stoffs ſelbſt auf die Organe der Pflanze zuſchreiben; ſondern ſie ſcheint vielmehr daher zu kommen, daſs dieſe empfindlichen Blätter ſehr viel bei der abwechſelnden Bewegung leiden, welche der electriſche Stoſs hervorbringt: denn man ſieht, daſs die Blätter dieſer Pflanze ſich auch zu-

Digitized by Google

ſchlieſsen und herabſinken, wenn man ihnen auf eine andere Art abwechſelnde Bewegungen mittheilt. Die Pflanze hatte bei dieſen Verſuchen nichts gelitten; denn die Blätter fingen ſogleich an, ſich in die Höhe zu richten und zu öffnen, als ſie in die Sonne geſetzt wurde.

Hat die Electricität einigen Einfluſs auf die kleinen beweglichen Blätter des Hedyſarum gyrans?

Da ich ſo wenig Wirkung von der Electricität bei einer der empfindlichſten Pflanzen verſpürt hatte, ſo war ich neugierig, zu ſehen, ob ſie einigen Einfluſs auf die ſonderbare Oſtindiſche Pflanze hätte, die unter dem Namen: Hedyſarum gyrans, bekannt iſt, welche am Stiele eines jeden Blatts zwei kleine Blätter hat, die, wenn ſie den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt werden, eine abwechſelnde Bewegung haben. Da nun aber die Bewegung dieſer Blätter nachläſst oder gänzlich aufhört, wenn man die Pflanze aus dem Treibhauſe, wo ſie gezogen wird, herausbringt, ſo ſah ich mich genöthigt, den Verſuch in dem Gewächshauſe ſelbſt zu machen, wo ſich die Pflanze befand. Ich brachte die Cylindermaſchine von Nairne, welche unter dem Namen: Nairne's pa-

Digitized by Google

rent electrical machine, bekannt iſt, hinein, weil mir ſelbige zu dieſem Experimente hinreichend wirkſam zu ſeyn ſchien. Erſt theilte ich dieſer Pflanze die Electricität bald durch den poſitiven, bald durch den negativen Conductor mit, doch ſo, daſs ich ſie an dem Orte lieſs, wo ſie war, ohne ſie zu iſoliren; nachher iſolirte ich ſie und electriſirte ſie wechſelsweiſe mit beiden Conductoren: aber bei keinem von dieſen Verſuchen bemerkte ich eine ſchnellere oder langſamere Bewegung der kleinen Blätter dieſer Pflanze.

Einfluſs der Electricität auf das Barometer.

Herr Changeux erzählt: er habe bemerkt, daſs, wenn man das Queckſilber in einem Barometer electriſirt hätte, ſolches von einer halben Linie bis zu einer, ja ſogar bis zu zwei Linien geſtiegen wäre; doch fügt er hinzu, daſs in vielen Fällen die Electricität faſt gar nicht auf daſſelbe zu wirken ſcheint. a) Man erſuchte mich, dieſes Experiment mit meiner groſsen Maſchine zu wiederholen.

Ich hatte dieſen Verſuch ſchon öfters vergebens mit Barometern angeſtellt, deren Röhren

a) Journal de Phyſique, T. XI, p. 338.

Digitized by Google

ungefähr $\frac{3}{10}$ Zoll weit waren, ohne daſs ich die geringſte Wirkung auf das Queckſilber verſpürt hatte, ich mochte poſitiv oder negativ electriſiren. Als Herr Landriani im Jahre 1788 hier war, ſo wiederholte ich es auch auf ſein Verlangen und in ſeiner Gegenwart mit einem Barometer von gleichem Durchmeſſer, aber wir bemerkten nicht die geringſte Veränderung in der Höhe des Queckſilbers. Im vorigen Jahre lieſs ich mir Barometerröhren von $\frac{4}{10}$ und $\frac{5}{10}$ Zoll im Diameter machen, worin ich das Queckſilber zu andern Experimenten ſtark ſieden lieſs. Ich electriſirte nun das Queckſilber, in Rückſicht auf die Verſuche des Herrn Changeux, mit dem poſitiven Leiter unſrer Maſchine in einem dieſer Barometer, und bemerkte anfänglich, daſs der Merkur beinahe $\frac{1}{40}$ Zoll ſtieg: aber bald fiel er wieder, und zwar noch tiefer als er vor dem Experimente ſtand. Hierauf blieb es die ganze Zeit der Electriſation hindurch bei dieſer oſcillirenden Bewegung. Das nämliche Phänomen beobachtete ich bei der negativen Electriſirung. Doch betrugen die Oſcillationen nicht mehr als eine halbe Linie. Als ich dieſes Experiment mit einem Barometer von gleichem Diameter wiederholte, in welchem das Queckſilber nicht ausgekocht

Digitized by Google

war, ſo bemerkte ich nicht die geringſte Bewegung in dem Merkur. Vergebens verſuchte ich, die Urſache dieſes Phänomens zu entdecken.

Endlich prüfte ich die Wirkung der Electricität auf den Stand des Queckſilbers in Röhren, deren zugeſchmolzene Enden mit Platinadraht umwickelt waren; und anſtatt das Queckſilber zu electriſiren, in welchem die Röhre ſtand, electriſirte ich das Ende der Röhre. Ich verſpürte nicht die geringſte Wirkung davon in denen Röhren, in welchen das Queckſilber gut ausgekocht war; aber in Röhren, die auf die gewöhnliche Art gefüllt waren und in welchen ſich unausgekochtes Queckſilber befand, fiel das Queckſilber um eine Linie in vier Minuten. Anderweitig von mir angeſtellte Verſuche machen es unbezweifelt gewiſs, daſs das Sinken des Queckſilbers durch den Druck eines elaſtiſchen Fluidi, welches der Wärmeſtoff aus der in der Röhre zurückgebliebenen Feuchtigkeit entwickelt, bewirkt wird. Dieſes Fallen des Queckſilbers fand auch in Röhren Statt, welche neu und wohl erhitzt waren, ehe ſie angefüllt wurden, und für welche das Queckſilber beinahe bis zum Sieden erhitzt war, wiewohl es nicht über eine halbe Linie betrug.

Digitized by Google

Dieſes beweiſet: daſs das Auskochen des Queckſilbers *in der Röhre* das einzige Mittel iſt, alle Feuchtigkeit davon zu entfernen.

Wird die Verdünſtung der Flüſſigkeiten durch die Electricität unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre vermehrt?

Herr Volta erſuchte mich: einen Verſuch zu machen, ob die Verdünſtung der Flüſſigkeiten vermehrt werde, wenn man ſie der Wirkung dieſer Maſchine ausſetzt. Zuerſt brachte ich eine Quantität Waſſer, reinen Weingeiſt, (Alcohol,) und Schwefel-Aether, genau gewogen, in kleinen nicht tiefen Taſſen von Porzellän auf den Leiter der Maſchine, und eine gleiche Quantität von dieſen Flüſſigkeiten ward zugleich in einiger Entfernung von der Maſchine hingeſetzt. Als nun letztere eine halbe Stunde lang in Bewegung geweſen war, ſo konnte ich nicht bemerken, daſs dieſe electriſirten Flüſſigkeiten durch die Verdünſtung mehr an Gewicht verloren hatten, als die unelectriſirten.

Hierauf wiederholte ich dieſes Experiment, dergeſtalt, daſs ich die oben erwähnten Flüſſigkeiten auf eine kupferne Kugel, die oben einen halb-

Digitized by Google

halbrunden Eindruck hat, brachte. Dieſe Kugel ſtellte ich auf den Leiter der Maſchine. Die Verdünſtung dieſer Flüſſigkeiten vermehrte ſich nicht, ich mochte den Leiter poſitiv oder negativ electriſiren.

Ich verſuchte auch, auf Herrn Volta's Vorſchlag, ob die electriſirte Luft mehr Waſſer oder andere Feuchtigkeit in ſich nähme, als die nicht-electriſirte. Deswegen ſtellte ich unter zwei gleiche gläſerne Recipienten zwei genau abgewogene und gleiche Theile Waſſer; hierauf wiederholte ich dieſes Experiment mit dem Ammoniak, und endlich mit dem Schwefel-Aether. Bei jedem Verſuche brachte ich auch in die zwei Recipienten zwei gleiche Hygrometer an. Einen von dieſen Recipienten ſtellte ich mit der kupfernen Platte, welche ihn unten zu verſchlieſsen dient, auf einen iſolirten Tiſch, und ſetzte dieſe Platte mit dem Leiter in Verbindung. Dieſe theilte alſo die empfangene Electricität der Luft mit, welche in dem Recipienten war. Ich entfernte den andern Recipienten ganz auſserhalb des Wirkungskreiſes der Maſchine. Nachdem ich nun auf dieſe

Digitized by Google

Art die Luft in einem dieſer Recipienten electriſirt hatte, zeigten die beiden Hygrometer in der electriſirten und in der unelectriſirten Luft gleiche Grade der Feuchtigkeit. Als ich nun endlich die electriſirten und unelectriſirten Flüſſigkeiten mit einer ſehr genauen Wage probirte, zeigte ſich gar kein Unterſchied in Anſehung des durch die Verdünſtung verminderten Gewichts.

(Die Fortſetzung folgt.)

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

ERSTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG
einer genauen und bequemen Wage, nach einer neuen Vorrichtung,

von

M. A. F. LÜDICKE
in Meiſsen.

Vor ungefähr vier und zwanzig Jahren verfertigte ich mir eine Wage zu hydroſtatiſchen Verſuchen, welche zwar ſehr viel leiſtete, die aber, um eben dieſelbe Empfindlichkeit zu zeigen, an demſelben Orte ſtehen bleiben muſste, da dem Geſtelle die Einrichtung zur horizontalen Stellung fehlte. Der Wagebalken, welcher achtzehn dresdner Zoll lang war, vertrat die Stelle des Weiſers, deſſen horizontale Lage vermittelſt des Queckſilberſtandes in einer an beiden Enden in die Höhe gebogenen Glasröhre angezeigt wurde. Auf den Oberflächen der beiden Queckſilber-

Digitized by Google

säulen befanden sich kleine, gleich hohe, hölzerne Kegel, mit deren Hülfe man hinlänglich genau die horizontale Lage des Wagebalkens beurtheilen konnte. Da aber diese Absehen um ungefähr vierzehn Zoll höher als die Wageschalen lagen, so ward das Auge wegen des öftern Herauf- und Heruntersehens bei anhaltendem Gebrauche sehr ermüdet. Nachher habe ich, so wie es die Zeit erlaubte, jenen Fehler und diese Unbequemlichkeit zu heben gesucht, und ausserdem noch verschiedene Verbesserungen hinzugefügt, welche zum Theil von den bisher bekannten Verbesserungen der Wagen abweichen. Die *Ramsdensche* a) und die *Hauffsche Wage* b) sind beide mit vieler Kenntniss und Sorgfalt eingerichtet, und zeigen eine Empfindlichkeit, welche nichts mehr zu wünschen übrig lässt. Da ich aber eine Wage verlangte, welche in den physikalischen Stunden, ausser dem Hause, ohne einige Vorbereitung gebraucht werden sollte; so musste sie sich bequem forttragen und ohne vorhergehende horizontale Stellung benutzen lassen. Diese Absicht glaube ich auf die möglichst einfachste Art erreicht, und mit einer Empfindlichkeit verbunden zu haben, welche mir

a) Voigtsches physikalisches Magazin, B. VI, St. 4.

b) In diesem Magazine, B. IX, St. 3.

Digitized by Google

bey allen meinen Verſuchen vollkommen hinreichend ſchien. Denn wenn in jeder Wageſchale 1 Pfund liegt, ſo bemerkt der Zeiger ſehr deutlich $\frac{1}{5}$ eines Dukaten-Aſſes. Er bemerkt alſo $\frac{1}{48\,80}$ des Gewichtes, welches in der einen Schale liegt.

Die Länge des Balkens iſt 18 dresdner Zoll, welche hier durchgängig verſtanden werden; er iſt in der ganzen Länge $\frac{1}{3}$ Zoll breit oder dick, und in deſſen Mitte, bey *ci*, Fig. 1, hat er, in einer Länge von 3 Zoll, da, wo die viereckige Hülſe aufgeſchoben iſt, die gröſste Höhe oder Stärke, von beinahe $\frac{3}{4}$ Zoll. Die übrige Geſtalt dieſes übrigens ſehr rein gearbeiteten eiſernen Stabes wird aus der beigefügten Figur erhellen, bei welcher alle Theile $\frac{1}{3}$ des wahren Maaſses haben. Die vierkantige meſſingene Hülſe *ei* ſchlieſst ſehr ſcharf an und kann vermittelſt der Schrauben *dd* feſtgeſtellt werden. Sie führt unten die beiden meſſingenen Bänder, welche den Weiſer *mn* tragen. Die vordere und hintere Wand dieſer Hülſe iſt in ihrer Mitte durchſchnitten, damit der viereckige meſſingene Rahmen *fg*, welcher in der zweiten Figur von der Seite ſichtbar wird, ſich in dieſem Durchſchnitte herauf- und herunterbewegen kann. Die höhere oder tiefere Stellung dieſes Rahmens geſchieht mit Hülfe der beiden Gegenſchrauben *ee*, welche auf der obern und untern

Digitized by Google

Wand der Hülse auffitzen. In die Mitte dieses Rahmens sind auf beiden Seiten die stählernen Zapfen befestigt, welche, wie gewöhnlich, eine scharfe Kante haben, mit der sie in den flachrunden Lagern aufruhen. An den Enden laufen diese Zapfen, da, wo sich die scharfe Kante endigt, in eine ein wenig stumpf geschliffene Spitze aus, wie man an andern Zapfen bei *pp*, Fig. 3, sehen kann. Diese Spitzen der Zapfen *hh*, Fig. 2, dienen dazu, dass so wenig als möglich Friction entstehe, wenn sie an die Wände der Zange *rq* antreffen: denn die Weite der Zange ist genau so eingerichtet, dass nur ein kleiner Spielraum für diese Spitzen übrig bleibt, damit das Hin- und Herschieben der Zapfen in den Lagern verhütet werde.

Auf die beiden Enden des Wagebalkens sind die Stahlplatten *ab*, *kl*, Fig. 1, mit zwey Schrauben aufgeschraubt, welche die stählernen scharfen Zapfen führen, auf denen die Oehre von starkem Stahldrahte hängen. Die scharfe Kante dieser Zapfen neigt sich in der Mitte ein wenig herunter, oder hat eine sehr flache Einbiegung, damit sich die Oehrchen nicht hin- und herschieben können. Diese Oehrchen haben nur eine schwache Federhärte, aber die Stahlplatten und alle Zapfen haben die Härte der schneiden-

Digitized by Google

den Werkzeuge bei Eisen- und Stahlarbeiten. Die gleiche Länge der Arme des Wagebalkens wird zuvörderst so nahe als möglich durch das Hin- und Herschieben der Hülse *ci* bestimmt; die feinere Bestimmung der gleichen Längen hingegen geschieht durch Verrückung einer der Stahlplatten *ab* oder *kl*. Diese Stahlplatten haben zu dieser Absicht langrunde Löcher, durch welche die Schrauben gehen. Zu mehrerer Bequemlichkeit kann man auch hier, wie bei der Hauffschen Wage, eine Zugschraube anbringen.

In der zweiten Figur sieht man die ganze Wage nebst dem Gestelle von der Seite. *AB* ist das Bodenbret, in welches die Säule *BC* befestigt ist, die oben den Arm *CD* trägt. Auf jede Seite dieses Arms ist eine messingene Platte *DE* geschraubt, welche das Zapfenlager des Zapfens *p* enthält. Die Zange *rq*, Fig. 2, oder *rs*, Fig. 3, bewegt sich durch Hülfe dieser Zapfen *pp* vor- und rückwärts. Innerhalb sind unten zwei Messingplatten *qq* angeschraubt, welche die Zapfenlager der Zapfen *hh* enthalten. Es wird daher durch diese Bewegung der Zange bewirkt, dass die Zapfen *hh* jedes Mahl eine horizontale Lage haben. An den beiden Aussenseiten der Zange befinden sich zwei stählerne Zapfen *oo*,

Digitized by Google

deren ſcharfe Kanten in die Höhe gerichtet ſind und mit den ſcharfen Kanten der Zapfen *hh* in einer geraden Linien liegen. Um dieſes deſto bequemer bewerkſtelligen zu können, ſind die Zapfen *oo* an die innern Platten *qq*, welche die Zapfenlager enthalten, angeſchraubt, und gehen durch die Seitenwände der Zange hindurch. An dieſen Zapfen hängt die Zange *ttu*, Fig. 2, und *tūu*, Fig. 3. Sie iſt oben weit genug, um ſich frei bewegen zu können; unten aber braucht ſie nicht viel weiter zu ſeyn, als zur freien Bewegung des Weiſers nöthig iſt. An dem untern Ende führt ſie ein Gewicht, das ſich der richtigen Stellung wegen verſchieben und ſtellen läſst, und welches beide Zangen in einer vertikalen Richtung erhält. Dieſes Gewicht *a*, welches nach Befinden der Umſtände ½ Pfund oder 1 Pfund ſchwer, oder noch ſchwerer ſeyn kann, hat unten bei *β* eine Schraube mit einem breiten Kopfe, über welchem ſich das federhart geſchlagene Meſſingblech *γβ*, welches ſich um den Stift *δ* herumdreht und bei *ε*, Fig. 4, eine lange Oeffnung hat, ſchieben läſst, und vermittelſt ſeiner Elaſticität die beiden Zangen feſt hält, damit ſie ſich nicht bewegen können, wenn man die Wage forttragen will.

Digitized by Google

Die dritte Figur zeigt die vordere Seite der beiden Zangen, welche gröſstentheils ſchon beſchrieben worden ſind. Es iſt daher nur noch zu bemerken, daſs beide Blätter der untern Zange zwiſchen *w x* eine groſse Oeffnung haben, durch welche man die Bewegung des Weiſers ſieht, und daſs in beide Oeffnungen ein feiner Metalldraht *w x* in der Vertikallinie aufgezogen iſt, zwiſchen welchen man die vertikale Richtung des Weiſers genau beobachten kann.

Alle ſechs Zapfenlager bei dieſer Wage ſind von einer guten Spiegelmaſſe, welche in das Meſſing eingelöthet worden iſt, gefertigt. Ich hatte mir zwar anfänglich vorgenommen, ſie mit harten Steinen zu verwechſeln: da ſich aber ihre Flächen ſowohl, als die Schärfe der Zapfen, ſo viele Jahre hindurch und bei öfterm Gebrauche ſo gut und faſt ganz unverändert erhalten hatten; ſo behielt ich dieſelben um ſo mehr bei, da ich mich überzeugt zu haben glaubte, daſs ſie der Schärfe der Kanten weniger nachtheilig, als harte Steine ſind. Daſs übrigens die Wageſchalen anſtatt der Schnüre ſchwache Drahtketten haben, und die ganze Wage unter einem Gehäuſe ſtehen müſſe, iſt vielleicht überflüſſig, zu bemerken.

Bei dem Gebrauche gewährt dieſe Wage, viel Bequemlichkeit, da man vor ihr ſitzen und, in

Digitized by Google

gleicher Höhe mit den Schalen, den Weiſer zwiſchen den feinen Drähten bemerken kann; und dieſe wirklich nicht geringe Bequemlichkeit, welche erſt bei anhaltendem Gebrauche recht fühlbar wird, hat mich veranlaſst, einen heruntergehenden Weiſer zu erwählen, ob mir gleich bekannt iſt, daſs er dem jedesmahligen Ausſchlage ſein ganzes Gewicht entgegenſetzen müſſe, wenn man für kein Gegengewicht geſorgt hat. Dieſes Gegengewicht aber wird man bei dieſer Wage gröſstentheils in dem gröſsern Schraubenkopfe der obern Schraube finden. Dieſer Schraubenkopf war anfänglich zu ſchwer, ſo daſs ich ihn bis zur nöthigen Schwere abdrehen muſste. Wäre aber dieſes nicht geweſen, ſo hätte ich nur das nöthige Gewicht an die Spindel der obern Schraube anbringen dürfen, wo ich, durch das Herauf- oder Herunterſchrauben dieſes Gewichts, die erforderliche Genauigkeit erreichen konnte.

Die vertikale Richtung des Weiſers ſo wohl, als der beiden Abſehen an der unterſten Zange, wird durch Umwendung des Wagebalkens in der obern Zange berichtigt. Die Berichtigung der gleichen Längen beider Arme des Wagebalkens geſchieht vermittelſt zweier gleich ſchwerer Gewichte, die man in den Wageſchalen verwech-

Digitized by Google

ſelt, und nach deren Anzeige einen Arm durch Verrückung der Stahlplatte mit dem Zapfen kürzer oder länger macht. Man ſehe auch hiervon die Abhandlung des Herrn Profeſſors Schmidt, oder deren Auszug im Voigtſchen phyſ. Magazine, B. IX, St. 3, S. 83. Das Gegengewicht des Weiſers, welches hier der Schraubenkopf iſt, muſs mit dem Weiſer vollkommen in einer geraden Linie liegen. Hiervon überzeugt man ſich, wenn der Ausſchlag oder der Bogen, den der Weiſer mit der Vertikallinie einſchlieſst, bei einerlei Uebergewichte auf beiden Seiten gleich groſs iſt.

Ob man gleich, wie ich vorhin bemerkte, das Gewicht des Weiſers durch ein Gegengewicht über dem Ruhepunkte ganz aufheben kann; ſo muſs deſſen ungeachtet bei jeder Wage ein unaufgehobenes Gewicht unter dem Ruhepunkte übrig bleiben, weil die Wage nicht gehörig einſpielen, ſondern bald auf dieſe, bald auf jene Seite hin ſchwanken würde, wenn der Schwerpunkt nicht ein wenig tiefer, als der Ruhepunkt läge. Wollte man nun dieſes unaufgehobene Gewicht in einem gewiſſen Punkte des Weiſers annehmen oder auf dieſen Punkt reduciren; ſo würden folgende Fragen ſtatt finden: 1. wie groſs dieſes unaufgehobene Gewicht ſey;

Digitized by Google

und 2. was es für einen Nachtheil für die Wage hervorbringe.

Um dieſe Fragen zu beantworten, ſey ab, Fig. 5, der Wagebalken und cf der Weiſer $= bc$. Die Wage werde durch ein Uebergewicht von 0,2 As um den Winkel $bcd = fcg = 30$ Min. aus ihrer Lage gebracht, und das unaufgehobene Gewicht, auf den unterſten Punkt des Weiſers reducirt, ſey z. Die Linien db, ei, $g\beta$, nq ſtehen ſenkrecht auf ab. Wenn man nun die Friction, welche hier ſo viel als möglich vermindert worden iſt, und den Widerſtand der Luft bei Seite ſetzt; ſo iſt dieſes Gewicht z das einzige Gegengewicht von dem Uebergewichte 0,2 As, mit welchem es alsdann im Gleichgewichte ſteht, wenn erſteres in g und letzteres in d angekommen iſt. Dieſes vorausgeſetzt, läſst ſich nunmehr das Gewicht z finden. Es iſt nämlich

$$pc = gm = gc \times \text{ſin. } fcg,$$
$$ck = cd \times \text{cof. } fcg.$$

Ferner iſt $z \,.\, pc = 0{,}2 \,.\, ck$;

folglich, da gc und cd gleich ſind,

$z \,.\, \text{ſin. } fcg = 0{,}2 \,.\, \text{cof. } fcg$, und

$z = 0{,}2 \,.\, \text{cotg. } fcg = 22{,}91773.$

Das Gewicht z wäre alſo 22,9 As. c)

c) Hierbei iſt die Wage für einen geradlinigen Hebel genommen. Da aber der Ruhepunkt c ſtets

Digitized by Google

Um die zweite Frage zu beantworten, nehme man an: ein zehnmahl ſo groſses Uebergewicht, oder 2 As, bringe den Weiſer in die Lage *cn*, und ſuche die Gröſse des Winkels *fcn*. Aus dem Vorhergehenden hat man $z = 2 . \text{cotg. } fcn$, folglich iſt cotg. $fcn = \frac{1}{2}z = 11{,}458865$ und $fcn = 4^{\circ}\ 59'\ 15''$, welcher Winkel um $45''$ kleiner iſt, als der zehnfache Winkel hätte ſeyn ſollen. Eben ſo wird ein 30faches Uebergewicht, oder 6 As, nicht den 30fachen Winkel, oder 15 Grad, ſondern nur den Winkel von 14 Grad 40 Minuten geben, welcher alſo um 20 Minuten oder um $\frac{1}{3}$ Grad zu klein iſt. Hieraus erhellet, daſs zwar die von der Vertikallinie weiter entfernten Grade des Gradbogens eigentlich kleiner werden müſſen; daſs aber dieſer Fehler auch bei

etwas über die gerade Linie zwiſchen beiden Aufhängepunkten a, b geſetzt wird, damit die Wage bei dem Uebergewichte nicht zu weit oder wohl gar ganz umſchlägt; ſo iſt die Wage in der That ein gleicharmiger Winkelhebel. Es ſey der Winkel, den die Zunge mit jedem der beiden Arme macht, A, ſo wird $z = 0{,}2 . \frac{\text{ſin. } (A + fcg)}{\text{ſin. } fcg}$; ein Werth, der, im Falle A ein rechter Winkel iſt, in den obigen übergeht, und wenn A nur wenig vom rechten Winkel abweicht, um eine ganz unbeträchtliche Gröſse kleiner, als der angegebene Werth iſt. Gilb.

Digitized by Google

dieſer Einrichtung faſt zu klein iſt, als daſs er in Betrachtung gezogen zu werden verdiente, da ohnehin die Grade des Gradbogens zur Beſtimmung des Uebergewichts bei allen Wagen, nur als ein näherungsweiſes Maaſs anzuſehen ſind. Denn bei ſchwerern Gewichten fällt der Schwerpunkt tiefer unter den Ruhepunkt, als bei leichtern; das unaufgehobene Gewicht wird gröſser, und die Winkel werden kleiner.

Die gemeinen Wagen mit den heraufgehenden Weiſern haben, wenn ſie ſorgfältig und fleiſsig gearbeitet ſind, eine gewiſſe Flüchtigkeit, welche noch einige Bemerkungen verdient. Wenn das unaufgehobene Gewicht der Wage, ohne Weiſer betrachtet, das einzige der Schwere des Weiſers vollkommen angemeſſene Gegengewicht wäre, und alſo deren Momente einander vollkommen gleich kämen; ſo befände ſich der Schwerpunkt der Wage, nebſt Weiſer, in dem Ruhepunkte, und die Wage würde nicht einſpielen. Wenn hingegen ein ſolcher Weiſer ſein eignes ihm angemeſſenes Gegengewicht hätte, welches ſich vollkommen in ſeiner verlängerten Richtung unterhalb des Ruhepunktes befände; ſo würde eine ſolche Wage mit den vorhergehenden Wagen, wenn alles Uebrige gleich iſt, übereinkommen: die mittlern Grade würden gleich und die

Digitized by Google

entferntern etwas kleiner werden. Um aber die Flüchtigkeit dieſer Wagen zu befördern, nimmt man aus beiden Fällen das Mittel, und giebt dem Weiſer ein kleineres Gegengewicht, als ſein Gewicht erfordert, damit ein Theil von dem Gewichte des Weiſers einen Theil des unaufgehobenen Gewichts der Wage, wenn der Schwerpunkt aus der Vertikallinie gerückt iſt, aufhebe. Hierdurch wird daher der Winkel, den die Zunge mit der Gabel einſchlieſst, gröſser gemacht; welches für dieſe Art von Wagen, wobei man bloſs auf den erſten Ausſchlag ſieht, ſehr vortheilhaft iſt. Da hiernächſt das Gegengewicht des Weiſers in dem prismatiſchen Stücke des Wagebalkens unterhalb der Zapfen vertheilt iſt; ſo wird nur ein Theil dieſes Gegengewichts auf der entgegengeſetzten Seite der Vertikallinie fortrücken, wenn die Wage auszuſchlagen anfängt, und der Weiſer wird daher auch in dieſer Rückſicht einen gröſsern Bogen beſchreiben, als wenn das Gegengewicht in der verlängerten Richtung des Weiſers gelegen hätte, und zwar bis dahin, wo das Gegengewicht ganz auſserhalb der Vertikallinie liegt. Solchemnach hängen die Grade des Bogens zugleich von der Geſtalt des prismatiſchen Stücks ab; in der Nähe der Gabel ſind ſie viel gröſser; die mittlern Grade ſind ungleich,

Digitized by Google

und die letztern kleiner. Man würde daher nicht wohl thun, wenn man eine auf dieſe Art eingerichtete Wage mit einem Gradbogen verbinden wollte. Dieſer Fehler in Rückſicht des Gradbogens läſst ſich jedoch bei dieſer Wage dadurch verbeſſern, daſs man in der Richtung des Weiſers unterhalb des Ruhepunkts ein Stäbchen anbringt, an welchem ſich das Gegengewicht des Weiſers befindet. Alsdann fällt aber der vorhin bemerkte Vortheil, ihre beſondere Flüchtigkeit, hinweg.

Auch diejenigen Wagen, welche keinen beſondern Weiſer haben, und wo die Arme des Wagebalkens die Stelle des Weiſers vertreten, ſind von jener Abweichung nicht gänzlich frei. Auch bei ihnen findet ein unaufgehobenes Gewicht ſtatt, welches bei ſchwerern Gewichten, die man auf denſelben abwiegen will, ſchwerer wird und die äuſserſten Grade etwas kleiner macht. Wenn aber die darauf zu wiegenden Gewichte meiſtentheils beinahe dieſelben, oder wenigſtens nicht viel gröſser oder kleiner ſind, als das Gewicht, für welches man die Wage eingerichtet hat; ſo iſt dieſe Art als die einfachſte und ſicherſte für Gradbogen ganz vorzuglich zu empfehlen.

Digitized by Google

II.

BESCHREIBUNG

eines Mikrometers, die Durchmeſſer ſchwacher Saiten zu meſſen,

von

M. A. F. Lüdicke.

Dieſes kleine Inſtrument iſt zwar ſchon in dem 21ſten Stücke des Wittenberger Wochenblatts vom Jahre 1781 beſchrieben worden; da aber daſelbſt nicht wohl ein Kupfer beigefügt werden durfte, ſo konnte die Beſchreibung deſſelben nicht in allen Stücken die nöthige Deutlichkeit haben. Um daher ſo wohl den Mangel der Zeichnung zu erſetzen, als einige nachher gemachte Verbeſſerungen zu bemerken, habe ich in der ſechsten Figur dieſes Mikrometer vorgeſtellt, wo alle Theile der Zeichnung die Hälfte der wirklichen Gröſse haben.

Die Grundlage dieſes Inſtruments iſt die Platte *abcd* von feinkörnigem feſten Tafelſchiefer, welche an der hintern Seite, ungefähr in dem Schwerpunkte, eine meſſingene Achſe führt, die durch den Kopf des Stativs horizontal hindurchgeht und daran feſtgeſchraubt werden kann. Vermittelſt dieſer Achſe läſst ſich dieſe Schiefer-

Digitized by Google

platte nach der Richtung *dc* hin- und herbewegen. Dieſe Achſe ſo wohl, als die übrigen Stücke, welche daran gebracht werden ſollen, laſſen ſich ſehr gut vermittelſt zweier Meſſingplatten befeſtigen, die den Schiefer einſchlieſsen und mit ein Paar Schrauben zuſammengeſchraubt werden.

Da die Unveränderlichkeit dieſes Werkzeuges vorzüglich von der Unveränderlichkeit dieſer Platte bei Wärme und Kälte, bei Feuchtigkeit und Trockenheit abhängt; ſo habe ich, ſtatt des alten Buxbaumholzes bei dem erſten Mikrometer, bei dieſem den Tafelſchiefer erwählt, weil man unter der Menge von Schiefertafeln ſich ſehr bequem die beſten und feſteſten Stücke ausſuchen kann, weil er ſich leicht bohren läſst, und in Rückſicht der Unveränderlichkeit Alles leiſtet, was man hier zu verlangen berechtigt iſt.

An dem obern Ende dieſer Schieferplatte befindet ſich eine etwas ſtarke Meſſingplatte, welche zwiſchen *rsqp* ſichtbar iſt, und unter *absr* noch fortgeht, mit den Schrauben *t*, *v* an die Schiefertafel befeſtigt. Auf dieſe meſſingene Tafel iſt ein ſtarkes viereckiges Stück Meſſing *absr* geſchraubt, welches ſo ausgefeilt iſt, daſs es die Stelle eines Bügels vertritt, der über die Zange hinweggeht. In dem Raume, den dieſer Bügel zwiſchen der untern Tafel übrig läſst, bewegt ſich der

Digitized by Google

der ungleicharmige Hebel *elm*, welcher an dem einen Ende, bei *e*, die Geſtalt der Hälfte einer Kneipzange, oder eines Taſterzirkels, und bei *g* den Ruhepunkt hat. Dieſer Hebel iſt von *e* bis *u* von Stahl, und endigt ſich zwiſchen *ulm* in einen mäſsig ſtarken meſſingenen Streifen, welcher zwiſchen *ik* eine hinlänglich groſse Oeffnung und das Abſehen *ik* von dem feinſten Silberdrahte hat, das ſehr nahe über die Theilungspunkte des Bogens *no* hingeht. An den Stellen der Zapfen hat dieſer Hebel auf beiden Seiten, an dem Orte des Ruhepunkts, zwei feine Pfannen. In die vordere Pfanne trifft die ſehr feine und gut gehärtete Spitze einer ſtählernen Schraube, welche bei *g* durch den Bügel geht, anſtatt des Kopfs einen Einſtrich, und eine meſſingene Gegenſchraube mit ränderirtem Rande hat, wodurch die ſtählerne Schraube feſtgeſtellt werden kann. In die hintere Pfanne ſetzt ſich ebenfalls die Spitze einer ſolchen Schraube ein. Bei dieſer Einrichtung können beide Spitzen ſo geſtellt werden, daſs der Hebel ſich zwar ſanft und frei bewegen, aber nicht ausweichen und wanken kann.

Bei *fh* ſieht man die andere Hälfte der Kneipzange, welche auf die untere Meſſingplatte feſtgeſchraubt iſt. Die Schneiden dieſer Zange ſind

nicht ſcharf, ſondern ein wenig rund geſchliffen, und nur ſo breit, als zum Feſthalten der Saiten nöthig iſt; damit die Saite jedes Mahl in einerlei Punkt der Zange zu liegen komme. Sie hat daher an dem Maule mehr die Geſtalt eines Taſterzirkels, und iſt übrigens gut gehärtet und geſchliffen.

Die Theilungspunkte des Bogens *n o* befinden ſich auf einer meſſingenen Platte, welche angeſchraubt iſt.

Bei der erſten Einrichtung hatte dieſes Mikrometer eine ſchwache Feder, welche die Zange zuſammenhielt; da ſie aber für Haare, Fäden und andere weichere Körper immer noch einen nachtheiligen Druck bewirkte, ſo habe ich dieſelbe hier ganz weggelaſſen, und an deren Stelle die Schwere des längern Hebelarms benutzt. Wenn man nämlich das Inſtrument nach der Richtung von *n* nach *o* etwas dreht, ſo ſchlieſst ſich die Zange zuſammen. Auf dieſe Art hat man es in ſeiner Gewalt, dieſes Anſchlieſſen ſo ſanft als möglich zu machen. Um aber jedes Mahl dieſes ſanfte Anliegen ohne viele Proben wieder zu bekommen, bringe man an der hintern Wand des Inſtruments ein Bleiloth an, welches man jedes Mahl auf dem angemerkten Punkte einſpielen läſst.

Digitized by Google

Das vergröſserte Maaſs auf dem Bogen *no* ward auf folgende Art gefunden. Es wurden zehn Streifen von dünnem Meſſingblech, jeder $\frac{1}{20}$ pariſer Zoll breit, gefertigt, und ihnen ſo lange nachgeholfen, bis alle Breiten zuſammengenommen $\frac{1}{2}$ pariſer Zoll betrugen. Als dieſe Streifen einer nach dem andern in die Zange gebracht wurden, ſah man auf dem Bogen *no*, daſs ſie nicht von einerlei Breite waren. Es wurden daher die zu breiten Streifen etwas ſchmäler und anſtatt der ſchmalen andere gemacht; wodurch ſich dann der vorige Fehler in ſo weit verminderte, daſs der gröſste Unterſchied der Breiten nur noch 0,04 Linien betrug. Vermittelſt dieſer zehn Streifen mit Rückſicht auf ihre Unterſchiede, und vermittelſt einer Menge kurzer Stücke von einerlei Drahtſaite, welche, neben einander gelegt, in der Breite $\frac{1}{2}$ pariſer Zoll betrugen, wurde das vergröſserte Maaſs für $\frac{1}{4}$ Decimallinie oder für 0,05 pariſer Zoll auf dem Bogen *no* beſtimmt und berichtigt. Dieſer Bogen iſt groſs genug, um in funfzig gleiche Theile getheilt zu werden; ſo daſs man noch $\frac{1}{4}$ des Theils mit bloſsen Augen unterſcheiden kann. Es wird daher vermittelſt dieſes Inſtruments der pariſer Zoll in 1000 und durch Schätzung in 4000 Theile getheilt.

Digitized by Google

Bei dieſer Theilung würde man zwar durch ein anderes ſich mehr entfernendes Verhältniſs der Halbmeſſer oder der Bogen, welche ſich hier wie 1 zu 33,5 verhalten, noch viel weiter haben gehen können: da es aber, wo nicht ganz unmöglich, doch höchſt ſchwer werden dürfte, die zur Einheit angenommene halbe Decimallinie mit einer, dieſer feinern Theilung angemeſſenen, gröſsern Schärfe zu beſtimmen; ſo würde man nicht ohne Grund beſorgen müſſen, auf der einen Seite diejenige Genauigkeit zu verlieren, welche man auf der andern zu gewinnen hoffte.

Es iſt nun noch zu beſtimmen übrig, in wie fern die Temperatur der Luft auf dieſes Werkzeug eine Veränderung hervorbringe. Weil der längere Arm ein Abſehen von feinem Drahte hat, das bei jeder Veränderung auf die Halbmeſſer des Kreisbogens fällt; ſo hat die von der Wärme an dieſem Arme entſtandene Ausdehnung auf das Inſtrument keinen Einfluſs, wenn die erwählte Grundplatte, welche hier von Schiefer iſt, und alſo der Halbmeſſer des Kreisbogens, unverändert bleibt. Hingegen verdient die Ausdehnung des kleinen Arms und des meſſingenen Gradbogens in Betrachtung gezogen zu werden. Wenn man aus den Verſuchen, welche in dem Gehler-

Digitized by Google

ſchien phyſikaliſchen Wörterbuche unter dem Artikel: Pyrometer, neben einander geſtellt ſind, das Mittel nimmt; ſo beträgt die Ausdehnung von der Kälte des Eispunkts bis zur Wärme des Kochpunkts, bei dem Eiſen 0,00088 und bei dem Meſſinge 0,00153 der Länge des Stabes. Da nun dieſer groſse Unterſchied in der Wärme von achtzig Graden bei dieſem Stubeninſtrumente ſich kaum zur Hälfte ereignen kann; ſo nehme ich für die gröſste Ausdehnung des Eiſens 0,00044 und des Meſſings 0,00076 an. Hierdurch würde der kleine Arm, welcher 2,25 Linien lang iſt, vermöge dieſer Ausdehnung um 0,00099 Linien länger geworden ſeyn. Da nun der längere Arm, oder vielmehr der Halbmeſſer des Bogens, 75,5 Linien hält; ſo iſt die Vergröſserung vor der Ausdehnung $= \frac{75,5}{2,25} = 33,55$, nach der Ausdehnung aber wird ſie $= \frac{75,5}{2,25099}$ $= 33,54$. Es iſt alſo in dieſem Falle das vergröſserte Maaſs für eine halbe Decimallinie, welches 16,7 Linien lang und in 50 Theile getheilt iſt, um 0,01 Linie oder um 0,03 eines ſolchen Theils zu groſs beſtimmt worden; welcher kleine Theil aber als eine unmerkliche Gröſse verſchwindet, da man nur noch 0,25 eines ſolchen

Theils ſchätzen kann. Die Ausdehnung des Meſſings oder des vergröſserten Maaſses für dieſe halbe Decimallinie iſt ebenfalls geringfügig, denn ſie beträgt ſehr wenig über 0,03 eines unſrer Theile, und beide Fehler zuſammengenommen geben noch nicht 0,1 eines dieſer Theile. Man ſieht aber hieraus, daſs dieſer Fehler wirklich ſichtbar werden würde, wenn man die Vergröſserung viel höher treiben, und zu dieſer Abſicht das Inſtrument ſehr vergröſsern wollte.

Digitized by Google

III.

BESCHREIBUNG

einiger Vorrichtungen und Verſuche, welche beſtimmt ſind, darzuthun, daſs mehrere tropfbare Flüſſigkeiten, wenn man ſie vom Drucke der Atmoſphäre ganz oder gröſsten Theils befreiet, in den Zuſtand elaſtiſcher oder luftförmiger Flüſſigkeiten übergehen,

von

Herrn D. van MARUM
in Haarlem. *)

Schon Lavoiſier hat eine Vorrichtung erdacht, durch die er zeigte, daſs mehrere Flüſſigkeiten

*) Deſcription de quelques Appareils chymiques nouveaux ou perfectionnés, de la Fondation Teylerienne et des Expériences faites avec ces Appareils par Martinus van Marum, à Haarlem 1798, 116 S., 4., mit 15 groſsen Kupfertafeln. Vom Texte auch eine Ausgabe in holländiſcher Sprache. Herr van Marum ſelbſt forderte den ſel. Gren bei Ueberſendung dieſes Werks auf, es für ſein phyſikaliſches Journal zu benutzen, in welchem von den eilf Abhandlungen ſchon vier, vor dem Drucke des Werks, in einer Ueberſetzung mitgetheilt waren. (*Aelt. Journ.*, B. V, S. 154, die *erſte*, B. VI, S. 1, die *zweite*; *Neues Journal*, B. III, S. 96, die *vierte*, und B. III, S. 369, die *ſiebente*.) Gren hatte auch die Abſicht,

Digitized by Google

lediglich durch den Druck der Atmoſphäre gehindert werden, in einen luftförmigen Zuſtand überzugehen. Er bediente ſich dazu eines kleinen gläſernen Flacons, zwölf bis funfzehn Linien weit und zwei Zoll hoch, den er ganz mit einer Flüſſigkeit anfüllte und mit einer angefeuchteten Blaſe feſt zuband, indem er über ihr, um den Hals des Fläſchchens, groben Zwirn ſehr dicht und oft umherwand, und über die erſte noch eine zweite Blaſe befeſtigte. Dieſes Glas ſetzte er auf die Luftpumpe unter eine Glocke, die oben mit einer Lederbüchſe verſehen war, durch welche ein Stab ging, der ſich unten in eine Spitze oder in eine ſehr ſcharfe Schneide endigte. Nachdem der luftleere Raum unter der Glocke gebildet war, drückte er den Stab herunter und durchſtach damit die Blaſe. *) Zu Anfang meiner chemiſchen Vorleſungen, im Jahre 1792, in welchen ich

die ſieben übrigen Abhandlungen nachgerade in den Annalen der Phyſik erſcheinen zu laſſen. Da indeſs die Beſchreibung der mehr chemiſchen Apparate ſchon für das chemiſche Journal des Herrn Scherer benutzt wird, ſo ſchränke ich mich auf dieſen phyſikaliſchen Aufſatz, (S. 93 — 100,) und auf die Beſchreibung einer ſehr einfachen Luftpumpe ein, die in einem der nächſten Stücke folgt. d. H.

*) Lavoiſier, *Traité de Chymie*, T. 1, p. 9.

Digitized by Google

Lavoisiers *Traité de Chymie* erklärte, stellte ich diesen Versuch auf dieselbe Art an, fand aber, dafs es aufserordentlich schwer sey, das Glas so mit der Blase zuzubinden, dafs nicht ein kleines Luftbläschen darin bleibt. Und diese Luft, sey sie auch noch so wenig, macht, dafs der Versuch nicht selten mifsglückt, wenn sie sich bei grofser Verdünnung stark ausdehnt.

Ich bediente mich daher in der Folge einer kleinen Flasche, welche auf Tafel IV, Fig. 1, unter *a* vorgestellt ist, und die ich in einen messingenen Ring *b*, auf der Schraube *c* festkütten liefs, um sie vermittelst dieser Schraube auf den Teller der Luftpumpe aufzuschrauben. In diese Flasche pafst ein messingener Stöpsel, der in ihr mit Schmirgel eingerieben ist und sie vollkommen verschliefst. Der Stab, der durch die Glocke der Luftpumpe geht, endigt sich in eine Schraube, zu der sich in diesem Stöpsel die Schraubenmutter befindet, so dafs sich der Stöpsel durch diesen Stab herausziehen läfst, wenn die Luft hinlänglich verdünnt ist. Dieser Apparat leistete die besten Dienste, und der Versuch mit dem Verdünsten des Aethers oder Ammoniaks im luftleeren Raume der Glocke, mifsglückte mir damit nie. Auch kann man mit demselben leichter und sicherer als mit Flaschen, die mit einer Blase zugebun-

Digitized by Google

den ſind, Verſuche über das Verdünſten des Waſſers, des Weingeiſtes und anderer Flüſſigkeiten, die weniger flüchtig ſind, anſtellen.

Bei dieſen letztern Flüſſigkeiten ſind jedoch die Wirkungen der Verdünſtung minder ſichtbar und minder überraſchend, als beim Aether oder dem Ammoniak, da ſie beim Oeffnen der Flaſche nicht, ſo wie dieſe, aufbrauſen. Auch ſteigt das Queckſilber in der Barometerröhre der Luftpumpe beim Verdünſten des Waſſers nur um wenige Linien, beim Verdünſten des Aethers und Ammoniaks hingegen um zehn Zoll, und kann daher nur wahrgenommen werden, wenn man ſich dicht an die Glocke ſtellt und die Barometerröhre unverwandt im Auge behält. Dieſes veranlaſste mich, auf ein Mittel zu ſinnen, um das *Verdünſten des Waſſers* bei öffentlichen Vorleſungen mehrern Perſonen zugleich recht ſichtbar zu machen, und das gelang mir vollkommen bei der Vorrichtung, welche in Fig. 2, auf die Hälfte des wahren Maaſses reducirt, abgebildet iſt.

Die Glaskugel *A* und die damit verbundene Röhre *bc*, ſind ganz mit Waſſer gefüllt, welches durch Aufſieden ſo viel wie möglich von Luft befreiet iſt. Sie ruht auf einer Meſſingplatte *de*, die man in den Teller der Luftpumpe einſchraubt, und wird vom Ringe *f* an ihrer Stelle erhalten.

Digitized by Google

Die Röhre *bc* geht durch eine Meſſingplatte *gh*, welche vermittelſt zweier Schrauben auf die beiden Säulen *i*, *k* befeſtigt iſt, und über die das Ende der Röhre ungefähr noch zwei Linien weit hervorragt. Das untere Ende des Stabes *l*, welcher durch eine lederne Hülſe in die Glocke hinabgeht, ruht in einem Loche der Platte *gh*, und trägt einen horizontalen Arm *m*, welcher beſtimmt iſt, das Ende der Röhre *bc* abzubrechen, indem man den Stab *l* umdreht. — Steht die Glaskugel gehörig, ſo ſtürzt man den Cylinder *no* darüber, der einen abgeſchliffenen Rand hat und genau in den Meſſingring *pq* paſst, nachdem man zuvor dicht um dieſen Ring her erweichtes Wachs gelegt hat. Man drückt den Cylinder ſtark an, und gieſst dann bis zur Höhe von ½ oder ¾ Zoll über *c* ein recht durchſichtiges Oehl hinein, welchem das Wachs, ſo lange der Verſuch dauert, den Ausfluſs hinreichend wehrt. Alsdann ſetzt man die Glocke darüber, in welche der Stab *l* durch eine lederne Hülſe hinabgeht, und ſchiebt dieſen in die für ihn beſtimmte Oeffnung der Platte *gh* hinab.

So bald die Luft unter der Glocke möglichſt verdünnt iſt, und das Queckſilber in der Barometerröhre nur noch zwei Linien hoch, oder niedriger ſteht, dreht man den Stab *l* um, und

Digitized by Google

bricht das Ende *c* der Röhre *bc* ab. Alsobald sieht man einen luftförmigen Stoff in Blasen durch das darüber stehende Oehl aus der Röhre hervorsteigen, und dieser Stoff rührt augenscheinlich vom Wasser her, welches, wenn der Druck auf die Oberfläche desselben so geringe ist, in einen dampfförmigen Zustand übergeht. Bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach Reaumür, dauert dieses Verdünsten, bis das Queckssilber auf ungefähr vier Linien in der Barometerröhre angestiegen ist. Dann hindert der Druck, den die erzeugten Dämpfe auf das Wasser in *bc* ausüben, das fernere Verdünsten. In je höherer Temperatur man diesen Versuch macht, desto länger dauert die Verdünstung und desto höher steigt, verhältnissmässig, das Queckssilber. Pumpt man die entstandenen Dämpfe aus, so geht das Verdünsten sogleich wieder von statten. Und so lässt sich mit diesem Apparate wiederhohlendlich auf die überraschendste Art zeigen, dass das Wasser Dampf- oder Luftgestalt annimmt, so bald der Druck, den die Luft oder Dämpfe auf dessen Oberfläche ausüben, nur klein ist.

Ich habe mich desselben Apparats mit dem besten Erfolge bedient, um darin das *Verdünsten des Alkohols* zu zeigen. Sie währt bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach

Digitized by Google

Reaumür, bis das Queckſilber in der Barometerröhre auf 1,5 Zoll angeſtiegen iſt.

Da dieſe Verwandlung tropfbarer Flüſſigkeiten in elaſtiſche oder luftförmige, die erfolgt, wenn ihre Oberfläche keinen oder doch nur einen ſehr geringen Druck leidet, einen der Fundamental-Sätze der neuern Chemie ausmacht; ſo ſuchte ich ſie auf mehrere Arten anſchaulich zu machen. Dazu diente mir auch folgender Apparat, der, wie ich nachher fand, dem Apparate ſehr ähnlich iſt, deſſen der berühmte Profeſſor Volta zu Pavia, ſich, laut eines Briefs von Vacca Berlinghieri an Seguin, der in den Annales de Chymie, t. 12, p. 292, abgedruckt iſt, bedient hat.

A und *B* in Fig. 3 ſind zwei eiſerne Röhren, ¼ Zoll im Durchmeſſer, die unten verſchloſſen und auf den hölzernen Dreifuſs *C* befeſtigt ſind. Auf ihnen ſteht ein viereckiger eiſerner Kaſten, in deſſen Boden die Röhren ſich öffnen, und an deſſen Hinterſeite ein 36 Zoll langes Bret befeſtigt iſt. Die Seiten dieſes Brets *ef*, *gh* ſpringen 1½ Zoll weit hervor, und tragen Maaſsſtäbe, auf welche Zolle und Linien, franzöſiſches Maaſs, verzeichnet ſind. Dieſes Bret, deſſen horizontalen Querſchnitt Figur 4 darſtellt, hat ſechs Riefen, um eben ſo viel Barometerröhren aufzunehmen, de-

Digitized by Google

ren obere Enden vermittelſt des kupfernen Riegels *ik* an das Bret angedrückt, und die auf dieſe Art in ihrer Lage feſtgehalten werden. Die Barometerröhren, die ich dazu nahm, waren vier Linien weit, und das Queckſilber in ihnen, durch das Auskochen in den Röhren, von Luft und Dämpfen möglichſt gereinigt.

Nachdem ich die Röhren *A* und *B*, und überdies noch die Hälfte des Kaſtens *D* mit Queckſilber angefüllt hatte, ſtellte ich eine von jenen ſechs Barometerröhren, gleich einem gewöhnlichen Barometer, neben den Maaſsſtab *ef*, um mich ihrer bei den Verſuchen als Meſsbarometer zu bedienen. In die zweite jener Röhren brachte ich ein wenig *Waſſer*, welches eine Höhe von zwei Linien über dem Queckſilber einnahm; und dieſes läſst ſich leicht folgender Maſsen bewerkſtelligen. Man nimmt die Barometeröhre, die ganz mit Queckſilber gefüllt, und unten zugeſchmolzen iſt, in die Hand, hebt ein wenig mehr als zwei Linien Queckſilber heraus, füllt dafür die Röhre wieder mit Waſſer, verſchlieſst ſie dann mit dem Finger, kehrt ſie um, das zugeſchmolzene Ende nach oben, und ſetzt ſie mit dem offenen Ende in den Kaſten, neben das erſtere Barometer. So wie man die Röhre umkehrt, ſteigt das Waſſer durch das Queckſilber herauf:

Digitized by Google

und kaum hat man den Finger fortgenommen, (da dann das Queckſilber ſinkt und über dem Waſſer einen luftleeren Raum bildet;) ſo verwandelt ſich ein Theil des Waſſers, das auf dem Queckſilber ſchwimmt, in eine luftförmige Flüſſigkeit, und bewirkt dadurch, daſs das Queckſilber tiefer, als in der daneben hängenden Barometerröhre, herabſinkt.

Ich brachte auf dieſelbe Art in drei der übrigen Barometerröhren zwei Linien *Alkohol*, *Vitriol-Aether*, *Ammoniak*, und hing ſie in das Queckſilber *D*, neben jene Röhren. Die elaſtiſchen Flüſſigkeiten, in welche dieſe tropfbaren Flüſſigkeiten ſich augenblicklich verwandeln, wenn ſie ſich in der Leere über dem Queckſilber des Barometers befinden, bringen das Queckſilber beträchtlich zum Fallen; und zwar *Waſſer* um 0,4 Zoll, Alkohol um 1,5 Zoll, Ammoniak um 7,2 Zoll, und Vitriol-Aether um 12,5 Zoll, bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach Reaumür.

Der Unterſchied in der Queckſilberhöhe, der durch die entwickelten elaſtiſchen Flüſſigkeiten bewirkt wird, läſst ſich durch Hülfe des beweglichen horizontalen Index *lm* genau angeben und meſſen, indem man den obern Rand des Index in die Ebene bringt, die durch das obere Ende der niedriger

Digitized by Google

ſtehenden Queckſilberſäule geht, und ſo dieſe Höhe, mit der im Barometer, an der Scalé vergleicht.

Dieſe Unterſchiede der Queckſilberhöhen bei einerlei Temperatur, ſtimmen vollkommen mit den Höhen überein, zu welchen im luftleeren Raume der Luftpumpe, das Queckſilber durch Entwickelung jener elaſtiſchen Flüſſigkeiten bei einerlei Temperatur erhoben wurde.

Der letztere Apparat hat zweierlei Vorzüge vor dem erſtern, bei welchem man ſich der Luftpumpe bedient. *Erſtens* iſt er ſtets im fertigen Stande, um ſogleich und ohne Weitläuftigkeit den Uebergang tropfbarer Flüſſigkeiten in elaſtiſche im luftleeren Raume darzuthun, und zwar nicht, wie unter der Luftpumpe, bloſs bei Einer Flüſſigkeit, ſondern bei mehrern zugleich. *Zweitens* läſst ſich vermittelſt deſſelben zeigen, (was unter der Luftpumpe nicht möglich iſt,) daſs die elaſtiſchen Flüſſigkeiten, die im luftleeren Raume aus tropfbaren Flüſſigkeiten entſtanden ſind, ſogleich ihre Elaſticität verlieren und in einen tropfbaren Zuſtand zurücktreten, wenn man ſie dem Drucke der Atmoſphäre ausſetzt. Zu dem Ende braucht man nur die Röhren, welche dieſe Flüſſigkeiten enthalten, eine nach der andern in die mit Queckſilber angefüllte Röhre *A*

oder

Digitized by Google

oder *B* hinabzulaſſen: denn alsdann verſchwindet die elaſtiſche Flüſſigkeit in der Barometerröhre gänzlich, und das Queckſilber, ſammt der darüber ſtehenden tropfbaren Flüſſigkeit, ſteigt bis in die äuſſerſte Höhe der Röhre, und füllt ſie ganz aus; ein Zeichen, daſs die elaſtiſche Flüſſigkeit dann gänzlich in den tropfbaren Zuſtand zurückgetreten iſt. Zieht man darauf die Röhre wieder aus dem Queckſilber dreiſsig Zoll weit über deſſen Oberfläche in *D* heraus, ſo erſcheint die elaſtiſche Flüſſigkeit ſogleich wieder, in welche die tropfbare Flüſſigkeit augenblicklich übergeht, ſo bald ſie ſich in dem luftleeren Raume befindet, der alsdann über dem Queckſilber entſteht.

* * *

Erhöht man den Luftdruck auf einer der elaſtiſchen Flüſſigkeiten, dergleichen ſich in den vorigen Verſuchen aus tropfbaren Flüſſigkeiten durch Aufhebung des Luftdrucks entwickelten, z. B. auf Ammoniakgas; ſo muſs die umgekehrte Wirkung erfolgen, und dieſer luftförmige Stoff in tropfbares Ammoniak verwandelt werden. Dieſer artige Verſuch glückte mir in der That, mit Hülfe meiner Compreſſions-Maſchine. *)

*) Die Beſchreibung derſelben in einem der nächſten Stücke. d. H.

Digitized by Google

Ich brachte Ammoniakgas, durch Wärme gebildet, in eine oben zugeſchmolzene Röhre *ab*, (Fig. 5,) ſetzte ſie, ihre Oeffnung nach unten gekehrt, in ein Gefäſs mit Queckſilber *c*, und daneben eine zweite gleich hohe und weite Röhre *de* mit atmoſphäriſcher Luft, ſo daſs die Luftarten in beiden gleichen Raum einnahmen. Dieſes Gefäſs wurde, mit einer Scale verbunden, unter den Recipienten der Compreſſions-Maſchine geſetzt. Bevor noch die Luft um das Doppelte verdichtet iſt, ſieht man, daſs das Ammoniakgas ſich in der Röhre *ab* in einen engern Raum als die atmoſphäriſche Luft in der Röhre *de* zuſammengezogen hat, daſs es mithin ſtärker verdichtet iſt. Und treibt man die Verdichtung ſo weit, daſs die atmoſphäriſche Luft in *de* nur $\frac{1}{3}$ des vorigen Raums einnimmt, (da dann ihre Dichtigkeit dreifach, folglich auch, nach dem Mariottiſchen Geſetze, die zuſammendrückende Kraft dreifach iſt;) ſo ſteigt das Queckſilber in *ab* bis an das Ende der Röhre hinauf, und das Ammoniakgas iſt gänzlich in eine tropfbare Flüſſigkeit übergegangen. *)

*) Nicht für jeden luftförmigen Stoff findet alſo das *Mariottiſche Geſetz* Statt, wie es Einige meinten. Ein Druck, der einen gewiſſen beſtimmten Grad überſteigt, hebt bei manchem den elaſtiſchen Zu-

Sobald man den Hahn öffnet und der comprimirten Luft aus dem Recipienten den Ausgang verſtattet, erſcheint das Ammoniakgas wieder in ſeiner luftförmigen Geſtalt, und nimmt, wenn die erſte Dichtigkeit der Luft wiederhergeſtellt iſt, faſt den ganzen vorigen Raum der Röhre *ab* wieder ein. Dieſen intereſſanten Verſuch habe ich zum erſten Mahle im März 1787, gemeinſchaftlich mit Herrn Paets van Trooſtwyk angeſtellt.

ſtand gänzlich auf, und bringt den tropfbaren hervor, bei dem weiter keine merkliche Verdichtung Statt findet. Das könnte bei der atmoſphäriſchen doch auch vielleicht der Fall ſeyn. Und dann hätte nicht bloſs das Mariottiſche Geſetz, ſondern auch alle Verdichtung, beſtimmte Schranken, wie das ſehr wahrſcheinlich iſt. d. H.

Digitized by Google

IV.

BESCHREIBUNG
des von H. Haſſenfratz verbeſſerten Ramsdenſchen Areometers. *)

Dieſes Inſtrument, ſo wie es Ramsden einrichtete, **) beſtand in einer kleinen Schnellwage aus Meſſing. Auf dem längern Arme wird nach Art

*) *Annales de Chymie, An 6, No. 76, 77, 80, Trois Mémoires de Haſſenfratz de l' aréométrie.* Dieſe Abhandlungen machen den Anfang einer vollſtändigen Arbeit über Areometer, die Haſſenfratz in ſieben Memoiren zu vollenden denkt. Das erſte enthält die allgemeine Theorie, in der wir eben nichts Neues, eher manchen kleinen Miſsverſtand gefunden haben, und die Beſchreibung des verbeſſerten Ramsdenſchen Areometers; das zweite, die Beſchreibung verſchiedener Senkwagen; das dritte, vierte und fünfte, Methoden, beſſer eingetheilte Senkwagen für Soole, Säuren und Weingeiſt zu bilden; das ſechste und ſiebente, Vergleichungen der gebräuchlichen mit dieſen verbeſſerten Eintheilungen, und eine leichte Art, dieſe Eintheilung aufzutragen. Ein Mitarbeiter hat das Neue aus dieſen etwas weitſchweifigen Abhandlungen kurz ausgezogen, und dieſe Beſchreibung macht davon den Anfang. d. H.

**) Es iſt unter andern beſchrieben im *Journal de Phyſique, An* 1792, *Juin.*

Digitized by Google

der römiſchen Wagen ein beſtimmtes Gewicht nach Willkühr verſchoben; an den andern iſt eine mit Queckſilber gefüllte Glaskugel an einem Pferdehaare aufgehängt. Dieſe Kugel wird in die Flüſſigkeiten eingetaucht, und man ſchlieſst aus dem Gewichtsverluſte, den ſie in denſelben erleidet, auf die ſpecifiſche Schwere der Flüſſigkeiten.

So bequem dieſes Werkzeug zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts der Flüſſigkeiten war, ſo reichte man doch damit für das ſpecifiſche Gewicht feſter Körper nicht aus, deren Gewichtsunterſchiede zu beträchtlich ſind, als daſs man durch das Verſchieben des Gewichts, welches bei leichtern hinlängliche Genauigkeit gab, auch bei ſchwerern die gehörige Schärfe in der Beſtimmung hätte erhalten ſollen.

Um dieſes zu bewerkſtelligen, bringt H. Haſſenfratz auf dem längern Arme der Wage zwei Gewichte *A* und *B*, Taf. III, Fig. 7, an, die ſich beide für ſich verſchieben laſſen, und von denen das eine durch ſeine Stellung Grammen, (gleich 18,841 Grän,) das andere Centigrammen, (gleich $\frac{1}{5}$ Grän,) angiebt. Man bringt auf dem Arme, nach Gefallen, entweder für jedes der beiden Gewichte eine beſondere, oder für beide eine gemeinſchaftliche Eintheilung an. Das Grammengewicht

ſtellt man auf einen der Theilſtriche, dem Gleichgewichte ſo nahe wie möglich, und bewirkt dieſes dann vollends durch die Stellung des Centigrammengewichts, ſo daſs beide vereint das Gewicht des abzuwiegenden Körpers in Grammen und Centigrammen angeben. An das Ende des kleinen Arms wird, an einem ſehr dünnen Drahte von Platin, der Körper, deſſen Gewicht man wiſſen will, aufgehängt. Ungeachtet die Waſſermaſſe, welche dieſer Draht verdrängt, wenn er eingetaucht wird, ſehr geringe iſt, ſo kann man doch ſelbſt dieſen geringen Verluſt, durch das Verſchieben eines kleinen Hütchens *C*, erſetzen.

Nach dieſer Einrichtung dient das Werkzeug, welches weder zerbrechlich, noch durch eine Menge feiner Gewichte beim Gebrauche und auf Reiſen beſchwerlich iſt, zugleich als Wage des abſoluten und des ſpecifiſchen Gewichts der Körper. In ein Käſtchen gepackt, kann man es in der Taſche tragen; und ſtatt des langen Glasbechers, der bei andern Senkwagen nöthig iſt, dient ein gewöhnliches Trinkglas.

Dieſe Wage mit einer Eintheilung nach dem neuen Grammen- und nach dem alten Markgewichte koſtet bei Ferrat, *Ingénieur, en Inſtru-*

Digitized by Google

mens de mathematiques in Paris, achtzehn Franken, deren jeder einen *Livre tournois* gilt.

Sie kann auch sehr leicht zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Flüssigkeiten eingerichtet werden, wenn man an den Platindraht eine mit Queckſilber beschwerte Glaskugel hängt. Da aber hier wiederum die Unannehmlichkeit des leichten Zerbrechens eintritt, so werden diejenigen, welche an physikalische Geräthschaften etwas wenden können, wohl thun, sich eine hohle Kugel von einem Metalle, wie Gold und Platin, das nicht leicht verkalkt wird, verfertigen zu lassen, oder wenigstens eine hohle vergoldete Metallkugel, die sich durch einen Ausguſs mit Harz oder einem ähnlichen Stoffe leicht gegen Beulen schützen läſst.

Zusatz des Herausgebers.

Bei diesem Gebrauche, zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Flüssigkeiten, hat das Ramsdensche Areometer vor den gewöhnlichen Senkwagen den grosen Vorzug, dafs sich darauf ohne Schwierigkeit eine gleich getheilte Scale reifsen läſst, die sogleich das specifische Gewicht jeder Flüssigkeit, in welche die Kugel getaucht wird, angiebt, indefs eine solche Scale bei den gewöhnlichen Senkwagen, nach Beaumé's Art, aus ungleichen

Theilen beſteht, die aufzutragen, mühſam und unſicher iſt.

Soll es eine *allgemeine Senkwage*, für jede Art von Flüſſigkeit werden, ſo iſt das Inſtrument ſo einzurichten, daſs, wenn die Kugel in deſtillirtes Regenwaſſer getaucht wird, der Ort der Läufer ſo ziemlich in der Mitte des längern Armes liegt, ſo daſs die Läufer ſich für ſpecifiſch ſchwerere Flüſſigkeiten nach dem Ruhepunkte zu, für ſpecifiſch leichtere von dem Ruhepunkte ab, gehörig weit verſchieben laſſen. Mit dem gröſsern Läufer läſst ſich z. B. die Veränderung des ſpecifiſchen Gewichts bis auf Fünfhundertel, mit dem kleinern bis auf Tauſendel anzeigen.

Will man das Areometer zu einer Senkwage für Miſchungen zweier beſtimmter Flüſſigkeiten, z. B. zu einer *Soolwage* oder einem *Alkoholometer*, einrichten, und verlangt dabei nicht, bis über Hundertel hinaus zu gehen: ſo reicht man mit dem einen Läufer *A* aus, der ſo einzurichten iſt, daſs er, bei der Soolwage, am äuſsern Ende des Arms geſchoben, die Metallkugel, in deſtillirtes Regenwaſſer getaucht, gleich wiegt, unweit des Drehpunkts hingegen der Metallkugel, wenn ſie in die ſtärkſte Soole verſenkt wird, das Gleichgewicht hält; bei dem Alkoholometer umgekehrt. Hat man den Ort des Läufers in beiden Lagen genau bemerkt, und es iſt z. B. das ſpecifiſche Gewicht geſchwängerter Soole 1,21, oder des reinſten Weingeiſtes 0,79; ſo hat man nur den gefundenen Fundamentalabſtand, ſowohl bei der Sool- als bei der Weingeiſtwage, in 21 gleiche Theile zu theilen, und dabei, vom Orte des Läufers für deſtillirtes Waſſer an, (bei welchem 1 zu ſtehen kommt,) nach

Digitized by Google

dem Ruhepunkte zu, die Zahlen 1,01, 1,02 u. ſ. f., vom Ruhepunkte abwärts 0,99, 0,98 u. ſ. w. zu ſetzen, um eine Sool- oder Branntweinwage zu erhalten, die ſogleich die ſpecifiſchen Gewichte jeder Soole oder jedes Weingeiſtes, folglich mittelbar auch die Antheile von Salz und Waſſer, oder von Weingeiſt und Waſſer in ihnen angiebt, und daher den gewöhnlichen Senkwagen, nach Beaumé's Art, mit ihrer nichtsſagenden Eintheilung, weit vorzuziehen iſt, und dieſe billig aus den Werkſtätten und chemiſchen Laboratorien verdrängen ſollte. Auf eine ähnliche Art iſt die Eintheilung für eine allgemeine Senkwage zu machen.

Daſs aber auf dem Ramsdenſchen Areometer, für gleiche Veränderungen in der Dichtigkeit des Fluidi, in welches die Kugel getaucht wird, der Läufer immer gleich viel verrückt, folglich für gleichmäſsig wachſende oder abnehmende Dichtigkeiten, die Scale gleich getheilt werden müſſe, dafür giebt Herr Haſſenfratz einen unſtatthaften Grund an, der leicht verleiten könnte, die Richtigkeit dieſer Eintheilung in Zweifel zu ziehen, und der mir deshalb eine Berichtigung zu verdienen ſcheint. „Da der Gewichtsverluſt der Kugel", ſagt er, „in verſchiedenen Flüſſigkeiten, ſich direct, wie die Dichtigkeit dieſer Flüſſigkeiten verhält; ſo müſſen die Gewichte, welche der Kugel das Gleichgewicht halten, in demſelben Verhältniſſe ſeyn, (!) und deshalb *les diviſions du lévier, correſpondant à des denſités égales, doivent être des diviſions égales.*"

Wiegt die Kugel in der Luft Q, in den Flüſſigkeiten P, P' Gran; ſo iſt ihr Gewichtsverluſt im Waſſer $Q - P$, $Q - P'$ Gran. Dieſe Gröſsen ſtehen allerdings

im Verhältnisse der Dichtigkeiten der Flüssigkeiten; aber aus ihrem Verhältnisse läfst sich auf das Verhältnifs $P : P'$ im Allgemeinen nichts schliefsen, und dieses ist nichts weniger als jenem gleich. Wäre das der Fall, so würden sich die Dichtigkeiten verkehrt, wie die Abstände des Läufers vom Ruhepunkte verhalten, und dann gehörten keinesweges zu gleichen Veränderungen in der Dichtigkeit, gleiche Eintheilungen des längern Arms.

Folgendes ist der Beweis für die angegebene Eintheilungsart des Ramsdenschen Areometers als Senkwage. Der Läufer wiege P Gran. Die Entfernung desselben vom Ruhepunkte sey, wenn die Kugel in der Luft abgewogen wird, c Linien; wenn sie in destillirtem Regenwasser, bei der Temperatur von 10° Reaum., gewogen wird, a Linien; und endlich x Linien, wenn man sie bei derselben Temperatur in einer Flüssigkeit abwiegt, deren specifische Schwere m ist, (die specifische Schwere des destillirten Regenwassers bei einer Wärme von 10° nach Reaumür, wie immer, 1 gesetzt.) Alsdann ist der Gewichtsverlust der Kugel im Wasser $Pc - Pa$; ihr Gewichtsverlust in der m mahl specifisch schwerern Flüssigkeit $Pc - Px$; und da diese Gewichtsverluste im Verhältnisse der specifischen Schweren beider Flüssigkeiten stehen, $P \,.\, (c - a) : P \,.\, (c - x) = 1 : m$, folglich $c - x = m \,.\, (c - a)$ und $x = c - (c - a) \,.\, m$.

Die specifische Schwere der Flüssigkeit, m, und die dazu gehörige Entfernung des Läufers vom Ruhepunkte, x, sind also zwar nicht indirect proportional, hängen aber doch von einander nach einer Gleichung des ersten Grades ab, so dafs, wenn m gleichförmig

Digitized by Google

wächſt, x gleichförmig abnimmt, und umgekehrt. *) Verändert ſich alſo die Dichtigkeit der Flüſſigkeit von 1 bis 1,21 durch alle Hundertel; ſo verändert ſich auch die Entfernung des Theilſtrichs vom Ruhepunkte immer um gleich viel, und zwar um den ein und zwanzigſten Theil des Fundamentalabſtandes, den man daher nur in 21 gleiche Theile zu theilen braucht, um die Stellen des Läufers für die nach Hunderteln wachſenden oder abnehmenden ſpecifiſchen Gewichte zu erhalten.

Iſt der einzutheilende Arm der Schnellwage ſo lang, daſs der groſse Läufer ſich weit genug verſchieben läſst, um der Kugel, wenn ſie in der Luft gewogen wird, das Gleichgewicht zu halten, ſo bemerke man die Stelle des Läufers in dieſem Falle, und beobachte auch den Ort des Läufers, wenn die Kugel in deſtillirtem Waſſer, welches die Temperatur von 10° Reaum. hat, abgewogen wird. Da die Dichtigkeit der Luft hierbei

*) Sind nämlich $\triangle x$, $\triangle m$ zwei zuſammengehörige Veränderungen, ſo iſt $\triangle x = -(c-a) . \triangle m$. Conſtruirt man die gefundene Gleichung geometriſch, ſo wird jedes x durch das dazu gehörige m, vermittelſt zweier gerader Linien, von beſtimmter Lage, a e und d f, (Fig. 8,) gegeben, die ſich in einem Punkte b ſo durchſchneiden, daſs, wenn man auf a e von a an, die Dichtigkeiten als Abſciſſen nimmt, und die dazu gehörigen Perpendikel e f die Abſtände x bedeuten, a b $= \frac{c}{c-a}$, und das Perpendikel a d $= c$ iſt. Zu gleichen Veränderungen auf a e, gehört dann immer ein gleicher Unterſchied der Perpendikel e f.

Digitized by Google

für nichts zu rechnen ist, so theile man diesen Abstand (der in unsrer Formel den Werth $c - a$ hat,) in so viel gleiche Theile, als nach dem verlangten Werthe eines Theils der Scale, auf die Dichtigkeiten von 0 bis 1 kommen müssen. Dieses giebt die zuverlässigste Eintheilung, die von dem Irrthume frei bleibt, der sonst aus der falsch angenommenen specifischen Schwere der Flüssigkeit, die man zur Bestimmung des Fundamentalabstandes gebraucht hat, entstehen könnte.

Selbst wenn der einzutheilende Arm des Areometers zu kurz ist, um diese Eintheilungsart zuzulassen, und es ist nur das specifische Gewicht der Kugel, g, genau bekannt, so lässt sich hieraus, und aus der Stelle des Läufers, wenn die Kugel in destillirtem Wasser abgewogen wird, jener Abstand $c - a$, (folglich auch die Grösse jedes einzelnen Theils auf dem längern Arme,) leicht in Linien berechnen, und so die Eintheilung auftragen. Es ist nämlich $c = \frac{a \cdot g}{g - 1}$, woraus sich $c - a$ und die Länge jedes Theils ergiebt.

(Mehr aus diesen Memoiren im folgenden Hefte.)

Digitized by Google

V.

GESCHICHTE
der Naturwiſſenſchaft;

als akademiſche Vorleſungen vorgetragen

von

D. Fr. Albr. Carl Gren.

Ein Fragment
aus deſſen nachgelaſſenen Papieren.*)

Einleitung.

I. Plan und Umfang.

Die Geſchichte der Wiſſenſchaften ſammelt die erſten Materialien und Bruchſtücke, aus denen

*) Die Form akademiſcher Vorleſungen hatte der ſeelige Gren wohl nur gewählt, weil ſie gröſsere Freiheiten und mehr Lebhaftigkeit als der gewöhnliche hiſtoriſche Vortrag geſtattet. Das, was wir hier mittheilen, war zum Theil ſchon mundirt; und der Verfaſſer würde es ſo der Preſſe übergeben haben, hätte ſeine ſchwächliche Geſundheit ihm erlaubt, die Arbeit auf dieſe Art zu vollenden. Freilich enthält es nur die Einleitung und die erſte Anlage zu dem groſsen hiſtoriſchen Werke über die Phyſik, deſſen Bearbeitung eine Zeit lang zu den Lieblingsplanen Grens gehörte; auch hatte man, ſo viel wir dieſen verdienten Gelehrten zu kennen glauben, von ihm viel mehr in der Geſchichte der neuern Phyſik zu erwarten,

Digitized by Google

nachher das Gebäude der Wiſſenſchaften errichtet wurde, und ſucht die Quellen auf, woraus die Kenntniſſe ausfloſſen; ſie forſcht dem Urſprunge desjenigen nach, was das Gebiet unſrer Einſichten in den Zuſammenhang von Urſache und Wirkung erweitert; ſie zeigt uns die Lagen, worin ſich die Wiſſenſchaften in den verſchiedenen Zeitaltern befanden, und die Fortſchritte, die ſie bey verſchiedenen Völkern machten; ſie lehrt uns aber auch zu gleicher Zeit die Abwege kennen, auf welchen ſich diejenigen verirrten, die ſie trieben, und die Hinderniſſe, die ſie zu

als da, wo er dem erſten Urſprunge wiſſenſchaftlicher Kenntniſſe im fabelhaften Dunkel der Vorzeit nachſpürte, und wo die Dürftigkeit der Materie zu groſs iſt, als daſs nicht Alle, die ſich auf das Ausmahlen einlaſſen, gar bald zuſammentreffen und in die allgemeine Culturgeſchichte überſchweifen ſollten. Dennoch, glauben wir, werden die Verehrer des Verfaſſers es nicht ungern ſehen, daſs wir dieſes Bruchſtück aus den wenigen hinterlaſſenen Handſchriften Grens, (auch wenn das in unſrer Macht geſtanden hätte,) nicht unterdrückt haben. Es enthält manche intereſſante Idee, eine kleine Probe des gewählten Vortrags und der Ausführung, und ſetzt hinlänglich den Plan aus einander, bei dem wir nur fürchten, daſs er zu weit-umfaſſend ſeyn möchte, als daſs Ein Phyſiker allein der Ausführung deſſelben gewachſen ſeyn ſollte. d. H.

Digitized by Google

überwinden hatten. Die Geſchichte der Wiſſenſchaften iſt alſo auch immer die Geſchichte der Irrthümer und der Verirrungen des menſchlichen Verſtandes. Sie kann daher für diejenigen, welche die nämliche Laufbahn betreten wollen, nicht anders als nützlich ſeyn. Dies iſt der Grund, der mich veranlaſst, hier einen Abriſs der *Geſchichte der Naturwiſſenſchaft*, von ihrem erſten Urſprunge an, bis auf unſre Zeiten zu liefern. Mein Plan, nach welchem ich ſie abhandeln will, iſt in dem eben Angeführten enthalten. Ich will mich bemühen, die verſchiedenen Lagen, worin ſich die Naturwiſſenſchaft befunden hat; die Veränderungen, die ſie erfuhr; und die Umſtände, die ihren Wachsthum begünſtigten oder verhinderten, vor Augen zu ſtellen, und ſolcher Geſtalt dem Ideale, das ich mir von einer pragmatiſchen Darſtellung derſelben entworfen habe, ſo viel als möglich mich zu nähern ſuchen.

Ich fühle es, mein Unternehmen iſt groſs und überſteigt vielleicht meine Kräfte; allein ich hoffe auch, daſs die Zeit und die Unterſtützung gelehrter Männer mich in Stand ſetzen wird, meine Arbeit der Vollkommenheit immer näher zu bringen. Ich kenne die Verpflichtungen des Geſchichtſchreibers, und werde ſie nie aus den Augen ſetzen. Unparteilichkeit und Treue ſollen

Digitized by Google

mich leiten, und keine Vorurtheile des Anſehens blenden. In Anſehung der naturwiſſenſchaftlichen Kenntniſſe vergangener Zeiten und der Entdeckungen durch ſolche Perſonen, die uns ſelbſt keine Produkte des Geiſtes, welche uns Data an die Hand geben könnten, hinterlieſsen, ſondern die wir nur aus den Ueberlieferungen ſpäterer Zeugen kennen, iſt eine richtige und kritiſche Schätzung ihres Werths um ſo nöthiger, weil dieſe Zeugen oft einen zu entfernten Abſtand von jenen hatten, oder ſelbſt durch Vorurtheile geblendet waren, oder ihre eignen Meinungen den überlieferten unterlegten, oder ſie auch abſichtlich verdreheten. Die Geſchichte unſrer Wiſſenſchaft iſt voll von Beiſpielen dieſer Art.

Was dem Geſchichtsforſcher der Welt- und Staatengeſchichte die ächten und diplomatiſchen Urkunden ſind, das ſind dem Verfaſſer der Geſchichte der Wiſſenſchaften die Werke der Schriftſteller ſelbſt. Sie ſind ihm die eigentliche und erſte Quelle, aus denen er die Geſchichte ihrer Lehrmeinungen aufſtellt. Beide aber haben dabei gleiche Schwierigkeiten zu überwinden, wenn es Denkmähler und Urkunden betrifft, deren Urſprung ſich in die Nacht verfloſſener Jahrhunderte verliert, die verſtümmelt auf uns gekommen ſind, oder deren Sinn zweideutig iſt. Hier muſs

man

Digitized by Google

man sich oft mit Wahrscheinlichkeit begnügen, bis künftige Zeiten durch Entdeckung von mehrern Datis Licht verbreiten und die Wahrheit an den Tag bringen.

Die Geschichte der Erfindung von Werkzeugen und den Produkten der physischen Kunst, muss und darf nicht in der Geschichte der Physik übergangen werden. Da sie eine *gemischte* Wissenschaft ist, da ihre Folgerungen und Schlüsse bloss aus Erfahrungen abgezogen seyn können, und ihre Wahrheiten nur auf Beobachtungen und Versuche an den Körpern gegründet sind; so verdienen die Männer, welche die Summe der Beobachtungen vermehrten, neue Versuche anstellten, durch welche wir näher mit den Eigenschaften und Verhältnissen der Stoffe bekannt wurden, oder welche Werkzeuge zur Veränderung des Zustandes oder Körpers, und zur Auffchliefsung ihrer verhüllten Kräfte, oder zur richtigen und genauen Beobachtung erfanden, mit denen einerlei Rang, welche uns mit den Naturgesetzen selbst bekannt machten. Aber der Ursprung mehrerer und sehr wichtiger Werkzeuge, und so vieler physischer Produkte, ist uns, so wohl in Ansehung der Zeit ihrer Erfindung, als ihrer Erfinder, unbekannt, ungeachtet viele dieser Entdeckungen von solchem Werthe sind, dass ihre Urheber

wohl verdient hätten, im Tempel des Nachruhms die Unvergeſslichkeit zu erlangen, und ungeachtet viele derſelben von unſern jetzigen Naturforſchern, mit allem Nachdenken und aller ſpeculativen Kenntniſs ausgerüſtet, nicht erfunden ſeyn würden. Viele ſchätzbare Erfindungen ſind nämlich die Sache des Zufalls geweſen, und oft von Perſonen gemacht worden, die ſie eben ſo andern überlieferten, als Handwerker ihre Künſte dem Lehrlinge ohne ſchriftlichen Unterricht mittheilen, deren Erfindung ſich ſo Jahrhunderte durch bleibend in der Ausführung erhält, auch wenn der Erfinder längſt vergeſſen iſt. Viele phyſiſche und chemiſche Künſte und Produkte ſind auch erſt unmerklich und allmählig zu einem gewiſſen Grade der Vollkommenheit gekommen; das Bedürfniſs erfand ſie, änderte ſie ab und vervollkommte ſie. Es fiel den Erfindern nicht ein, ihre Erfindungen oder Verbeſſerungen ſchriftlich der Nachwelt mitzutheilen, wozu ſie auch wohl oft nicht einmahl fähig waren. Nach Jahrhunderten, ja, nach Jahrtauſenden, ſtaunt nun der Forſcher, der das Ganze der Operation überſieht, und die Gründe des Verfahrens entwickelt, wie man, ohne wiſſenſchaftliche Kenntniſſe zu beſitzen, ſo ſinnreiche Operationen habe erfinden können. Mehrere Dinge des gemeinen Lebens geben dazu

Beiſpiele. Ich nenne nur das Bierbrauen und, im Hüttenweſen, die Saigerung und das Abtreiben des Silbers. — Durch den Mangel aller Nachrichten vom Urſprunge ſolcher Erfindungen, entſteht eine weſentliche Lücke in der Geſchichte der Phyſik.

Um Sie, meine Herren, in den Stand zu ſetzen, von der Wahrheit meiner Darſtellung der Geſchichte der naturwiſſenſchaftlichen Kenntniſs ſelbſt zu urtheilen, werde ich treulich die Urquellen, welche ich zu Rathe ziehe, d. h. die Schriften der Naturforſcher ſelbſt, aus welchen ich meine Beweiſe hernehme, ausführlich anzeigen, und mit Stellen dieſer Schriftſteller ſelbſt belegen.

Ich ſchränke mich bloſs auf den *rationellen* Theil der Naturwiſſenſchaft ein, mit Ausſchluſs der Naturbeſchreibung, oder der ſogenannten *Naturgeſchichte*. Der Umfang würde zu groſs werden, wenn ich dieſe eben ſo ausführlich mit darunter begreifen wollte. Die rationelle Naturwiſſenſchaft hat die Naturphänomene, d. h. die Veränderungen des Zuſtandes der Körper, und die Begebenheiten in der Körperwelt zum Gegenſtande, und die Unterſuchung ihrer Urſache und der Geſetze, nach welchen ſie geſchehen, zum Zwecke. Kenntniſs der *Gröſse* der Kräfte iſt zur richtigen Schätzung derſelben unumgänglich

Digitized by Google

nothwendig; und die *Mathematik* daher zur rationellen Naturkenntniſs ganz unentbehrlich. Viele Lehren derſelben ſind ſo ſehr mathematiſch, daſs das Eigentlich-Phyſiſche dabei nur unmerklich wird. Die gröſsten Naturforſcher, die zuerſt Licht und Wahrheit in dem Labyrinthe der Naturphänomene verbreiteten, oder die eigentlich den Grund zur Kenntniſs der Naturgeſetze legten, und ſo die wahre Wiſſenſchaft der Natur gründeten, waren Mathematiker. Die *Geſchichte der Mathematik* iſt alſo unzertrennlich von der Geſchichte der Naturwiſſenſchaft, und kann hier nicht übergangen werden. Die Phyſik ſchränkt ſich nicht bloſs auf unſre Erde ein; ſie erhebt ſich bis zur Geſchichte des Univerſi. Die ganze Körperwelt iſt ihr Gegenſtand, und die Geſchichte des Himmels, ſo weit ihn unſre Beobachtungen erreichen, iſt ihrem Gebiete unterworfen. Die *Geſchichte der Aſtronomie* macht daher ebenfalls einen beſondern Zweig der Geſchichte naturwiſſenſchaftlicher Kenntniſſe aus.

Kenntniſs der *Miſchung* der Körper, und ihrer einfachern Stoffe, der Art und Weiſe der Vereinigung der letztern, und der Verhältniſſe derſelben unter einander, iſt zur Erforſchung der Urſachen der Veränderungen dieſer Körper, oder der Phänomene, unentbehrlich; und derjenige kann

Digitized by Google

nicht eigentlich auf den Namen eines Kenners der Natur Anſpruch machen, der in einem ſo beträchtlichen Theile der Naturlehre, als die *Chemie* iſt, unwiſſend iſt. Es würde alſo ohne die *Geſchichte der Chemie* die Geſchichte der Naturwiſſenſchaft unvollſtändig bleiben. Wenn überhaupt die angewandte Mathematik und die Chemie der Phyſik das entzögen, was ihnen zukommt, wenn wir ſie für ſich beſtehend betrachteten; ſo würde der letztern ſo wenig übrig bleiben, daſs ſie nicht den Namen einer Wiſſenſchaft verdiente. Ich glaube alſo meinen Geſichtspunkt nicht zu weit hinaus geſteckt zu haben, wenn ich die Geſchichte der Mathematik und der Chemie, in die Geſchichte der Naturlehre verwebe.

Die Geſchichte der Naturwiſſenſchaft kann zwar nicht *Geſchichte der Naturforſcher* ſeyn, allein ſie darf dieſe doch nicht ganz übergehen. Wir intereſſiren uns für Männer, welche Licht und Wahrheit verbreiteten, welche uns auf dem Wege der Naturunterſuchung die Fackel vortrugen, welche den Nebel des Vorurtheils, der uns die Kenntniſs der wahren Naturgeſetze verhüllte, zerſtreueten, und welche durch die Gröſse ihres Genie und durch die Wichtigkeit ihrer Entdeckung die Ehre ihres Landes, ihrer Zeitgenoſſen und ihres Standes waren. Es wird uns

Digitized by Google

lehrreich, die besondern individuellen Lagen zu erfahren, durch welche sie zu dieser oder jener Entdeckung veranlasst wurden. Die biographische Nachricht von denselben ist gewisser Massen ein schuldiger Tribut der Dankbarkeit, den wir ihren Verdiensten bringen; denn diese Männer sind in der Geschichte der Wissenschaften das, was die Herrscher in der Staatengeschichte sind. Jene verdienen darin oft mit mehrerm Rechte ihre Stelle, als die letztern in dieser.

Endlich ist noch die Anzeige der litterarischen Produkte und der *Schriften* der Naturforscher zur vollständigen Geschichte der Physik unentbehrlich.

Der Vortrag der Geschichte muss, wenn er eine Uebersicht der verschiedenen Lagen, worin sich die Wissenschaft befand, geben soll, so viel als möglich *chronologisch* seyn. Es ist zweckwidrig, ihre Epochen nach denen der Weltgeschichte festzusetzen, da doch die Revolutionen der Staaten und Völker auf die Beförderung der Wissenschaften oft so wenig Einfluss hatten, als die Geburt Christi. Ich theile also die Geschichte der Naturlehre in folgende vier grosse *Perioden* ein: 1. *von der Pflanzung der Nationen bis auf Aristoteles*, (V. S. a. C. N.;) 2. *von diesem bis auf die neuplatonische Secte*, (III. S. p. C. N.;) 3. *von der*

Digitized by Google

neuplatoniſchen Secte bis gegen das Ende des ſechzehnten Jahrhunderts, oder bis auf den Urſprung der Experimental-Phyſik; und 4 *von dem letztern bis auf die neueſten Zeiten.* Der groſse Abſtand dieſer Epochen von einander und die Mannigfaltigkeit der Gegenſtände machen es nöthig, gewiſſe Ruhepunkte darin zu haben; ich werde daher dieſe, je nachdem es die Natur der Sache erlaubt, nach gewiſſen Nationen, Secten, Erfindungen, berühmten Männern, Jahrhunderten oder Jahrzehnten u. dergl. feſtſetzen.

Die Kenntniſs der Welt- und Staatengeſchichte wird hierbei als bekannt vorausgeſetzt.

II. Hülfsmittel zur Geſchichte der Naturwiſſenſchaft.

Die in den *Schriften der Phyſiker* und *Naturphiloſophen* vorgetragenen Lehren, und die darin mitgetheilten Erfahrungen, machen den eigentlichen Gegenſtand der Geſchichte der Naturwiſſenſchaft aus. Sie ſind alſo die eigentlich erſte Quelle, aus welcher der Geſchichtsforſcher ſchöpfen muſs. Da indeſs eines Mannes Leben nicht hinreichen würde, alle dieſe Schriften mit dem Fleiſse zu ſtudiren, als zur Darſtellung und Entwickelung der Geſchichte der Phyſik erforderlich wäre; ſo iſt es nöthig, die Hülfsmittel zu

Digitized by Google

wiſſen, welche wenigſtens einen Leitfaden in der Bearbeitung dieſer Geſchichte an die Hand geben, oder Bruchſtücke und Materialien dazu vorbereitet haben, aus denen ſich nachher leichter etwas Ganzes zuſammenſetzen läſst. Es iſt um deſto nöthiger, ſich nach dieſen Hülfsmitteln umzuſehen, da wir noch gar keine *Geſchichte der Naturwiſſenſchaft* in dem Umfange und nach dem Plane haben, als ſie Bedürfniſs iſt. Das Werk, welches uns Herr de Loys *) neuerlich hinterlaſſen hat, fängt erſt mit Galiläi, vom Jahre 1589 an, und geht bis 1685. Es enthält alſo nur einen Theil unſrer letzten Periode. Die Ordnung des Verfaſſers iſt nicht die beſte und gewährt keine gehörige Ueberſicht. Wenn er auch gleich an manchen Stellen die Entdeckungen der Alten nachholt, ſo zeigt er dabei doch nicht die gehörige Kritik und Unparteilichkeit, und legt ihnen, nach Dutens, (*Origine des découvertes attribués aux modernes*, Sec. ed., 1776, Vol. I, II, 8.;) bei weitem mehr bei, als mit hiſtoriſcher Wahrſcheinlichkeit beſtehen kann. Sonſt enthält in lehrreicher Kürze, und mit mühſamen Fleiſse geſammelt, aber freilich in alphabetiſcher Ordnung,

*) *Abregé chronologique pour ſervir à l' hiſtoire de phyſique.* à Strasbourg. T. I, 1786; II, 1787; III, 1788; IV, 1789. 8.

Digitized by Google

viele Nachrichten von der Geſchichte der Erfindungen, der Lehrmeinungen und der Werkzeuge, das *phyſikaliſche Wörterbuch* des Herrn Joh. Sam. Traugott Gehler. *)

Zu jenen Hülfsmitteln zur Geſchichte der Naturwiſſenſchaft rechne ich: I. *Schriftſteller der Geſchichte der Philoſophie überhaupt*, und namentlich: Otto Heurnius, Gerh. Joh. Voſſius, Joh. Jonſius, Joh. Franc. Buddeus, Joh. Gottl. Heineccius, Jac. Brucker, Pet. Bayle, Th. Stanley, Joh. Chriſtoph Goguet, Deslandes, Ant. Friedr. Büſching, Adelung, Meiners, Dietr. Tiedemann, Joh. Aug. Eberhard, d'Argens, welche die Geſchichte der Naturkenntniſs, wenigſtens einiger Zweige derſelben, mehr oder weniger umſtändlich berührt haben. Wenn auch gleich die Geſchichte der geſammten Phyſik noch nicht vollſtändig bearbeitet worden iſt, ſo iſt doch ein einzelner Theil von einigen Männern mit ungemeinem Fleiſse, mit Scharfſinn, Beurtheilung und Sachkenntniſs abgefaſst, und

*) Da faſt alle Litterärnotizen ſo allgemein bekannte Werke, wie dieſes, betreffen, ſo habe ich die Büchertitel weggelaſſen, die wohl in die Geſchichte ſelbſt, nicht aber für dieſes Bruchſtück paſsten. d. H.

Digitized by Google

kann eine reichhaltige Quelle für den Verfaſſer der Geſchichte der geſammten Naturwiſſenſchaft abgeben. Ich rechne alſo insbeſondere zu ſeinen Hülfsmitteln: II. *Geſchichte der Mathematik*, und zwar a. der geſammten, die von Gerh. Joh. Voſſius, Joh. Blancani, Montucla und Heilbronner bearbeitet worden iſt: b. *beſonderer Theile* derſelben: α. die *Geſchichte der Mechanik* fehlt uns noch, es finden ſich aber Nachrichten von einzelnen mechaniſchen Erfindungen und Lehrſätzen in Käſtners, Karſtens und Anderer mathematiſchen Lehrbüchern; β. die *Geſchichte der Optik* hat Joſ. Prieſtley ausführlich geliefert, und der deutſche Ueberſetzer hat ſie anſehnlich ergänzt und berichtigt; γ. die *Geſchichte der Aſtronomie* iſt von mehrern Gelehrten bearbeitet worden, wie Joh. Dominicus Caſſini, Joh. Fr. Weidler und Bailly; und ihre Arbeiten geben keinen geringen Beitrag zur Geſchichte der Phyſik ſelbſt. Dieſe erhält noch eine reichhaltige Quelle III. an der *Geſchichte der Chemie*, welche von mehrern Männern, mehr oder minder ausführlich, obgleich nicht immer ohne gewiſſe Lieblingsvorurtheile und mit der nöthigen Kritik, abgefaſst worden iſt. Dahin gehören: Olaus Borrichius, Herm. Conring, Herm. Boerhave, du

Digitized by Google

Fresnoy, Macquer, Torb. Bergmann, Joh. Chriſt. Wiegleb. IV. Beſonders gehört hierher die Geſchichte *ſpecieller Theile der Phyſik*, wie der *Electricität*, die von Joſ. Prieſtley ſehr vollſtändig ausgeführt worden iſt; der *Luftarten*, welche Lavoiſier und Weigel; ferner *einzelner Werkzeuge*, wie z. B. des Barometers und Thermometers, welche de Luc geſammelt hat; und endlich anderer einzelner *mechaniſcher* und *chemiſcher Erfindungen*, wozu Herr Joh. Beckmann ſchätzbare Beiträge geliefert hat.

Die Anzeige der *litterariſchen Arbeiten* der Männer, welche die Naturwiſſenſchaft bearbeiteten, iſt zur vollſtändigern Geſchichte der letztern nothwendig. Als Hülfsmittel dazu dienen: V. die *Bibliographien* und *Litterärgeſchichten*; ſo wohl 1. *die allgemeinern*, eines Pet. Lambeccius, Dan. Geo. Morhoff, Joh. Alb. Fabricius, M. H. Gundling, C. A. Heumann und Burkh. Gotth. Struve, als 2. *die der Naturwiſſenſchaft* insbeſondere. Zur Litterärgeſchichte a. der *geſammten Naturwiſſenſchaft* haben Beiträge geliefert: Jul. Bernh. von Rohr, Hermann Boerhave nebſt Albr. von Haller, von Münchhauſen, Joh. Chr. Polyc. Erxleben, nebſt G. C. Lichtenberg

Digitized by Google

und Geo. Rud. Böhmer: b. von *beſondern* Theilen der Litteratur der Naturwiſſenſchaft, als *a.* von dem *mathematiſchen Theile*, geben der Freiherr von Wolf, und beſonders Herr Scheibel; und *β.* von dem *chemiſchen*, Herr Chriſt. Ehrenfried Weigel ſehr reichhaltige Quellen ab.

Eine vorzügliche Hülfsquelle zur Geſchichte der Phyſik ſind endlich die *ältern Schriftſteller*, welche uns in ihren Werken Data und Bruchſtücke gegeben haben, die als Fingerzeige zur Geſchichte naturwiſſenſchaftlicher Kenntniſſe und der Meinungen der ältern Zeiten dienen können. Ich rechne hierher die Werke des Plato, Ariſtoteles, T. Lucretius Carus, Plinius des Aeltern, Diogenes Laërtius, Diodorus Siculus, Herodotus, Clemens von Alexandrien, Plutarchus, Stobäus, Strabo, Lucian von Samoſata, Sextus Empiricus, Ammianus Marcellinus, Macrobius, Suidas, Eunapius, und andere *alte Philoſophen*, *Dichter* und *Redner*.

Endlich werden die Verfaſſer der Staaten- und Weltgeſchichte und der Geſchichte einzelner Nationen, welche den Zuſtand der wiſſenſchaftlichen Cultur in den verſchiedenen Zeitaltern mit zum Augenmerke gehabt haben, dem Verfaſſer

Digitized by Google

der Geschichte der Physik einige Vorarbeiten liefern können.

Dass bei allen diesen Hülfsmitteln sorgfältige Auswahl, Vergleichung und Kritik nöthig sey, braucht wohl nicht erinnert zu werden. *)

ERSTER ZEITRAUM.

Von der Pflanzung der Nationen bis auf Aristoteles,

(oder bis ins fünfte Jahrhundert vor der christlichen Zeitrechnung.)

§. 1.

Auch bei dem geringsten Nachdenken über die Natur und den Gang des menschlichen Geistes wird man nicht lange zweifelhaft bleiben, dass das, was wir *Wissenschaft* nennen, nicht die Sache des Zufalls, sondern der Zeit und der fortgesetzten Beobachtung war, und dass das vereinigte Bemühen sehr vieler Menschen und einer langen Reihe von Jahrhunderten nöthig war, die

*) Bis hierher ging das Mundirte. Das Folgende fand sich nur in der Handschrift des Verfassers, und wäre vielleicht von ihm noch weiter abgeglättet worden, ehe *er* es selbst dem Drucke übergeben hätte. Wir erlauben uns darin keine Aenderung, und geben es, wie wir es vorfinden.

d. H.

Digitized by Google

Menge von Thatſachen, deren Verkettung die Wiſſenſchaft bildete, zu entdecken. Die Fortſchritte, welche der menſchliche Geiſt machte, ſind regelmäſsig und ſtufenweiſe, etwa von den einfachern zu den verwickeltern Begriffen. Die Natur, welche uns umgiebt, iſt in ihren Produkten und in ihren Phänomenen unermeſslich. Vom erſten Gebrauche unſrer Sinne an, werden dieſe davon gerührt; der ſtete Eindruck, den ſie auf uns machen, gewöhnt uns daran. Kein Wunder, daſs dieſe Phänomene der Aufmerkſamkeit von Millionen Menſchen entgehen, und daſs der Geiſt der Forſchung ihrer Urſachen Jahrhunderte hindurch unentwickelt blieb, bis daſs das Bedürfniſs den Menſchen dazu nöthigte. Um ferner bei der auſserordentlichen Mannigfaltigkeit der Natur und ihrer Erſcheinungen etwas zuſammenhängendes Ganzes zu ihrer Ueberſicht und Verknüpfung oder zu ihrer *wiſſenſchaftlichen* Kenntniſs zu haben, muſs man die Natur theilen, ihre Phänomene von einander abſondern, unter verſchiedenen Geſichtspunkten betrachten und ſie in Klaſſen bringen. So entſpringen dann verſchiedene Wiſſenſchaften der allgemeinen Phyſik. Der Menſch muſste alſo erſt Methoden machen, um den weitern Inbegriff des Univerſi, der ſich nicht in ſeinem Ganzen faſſen läſst, in ſeinen

Digitized by Google

Theilen zu betrachten. Wenn aber nun auch Phänomene zu gewiſſen Gattungen gebracht worden ſind, und dadurch ihre Ueberſicht erleichtert worden iſt; ſo fehlt doch noch viel zur Errichtung eines wiſſenſchaftlichen Gebäudes. Die entdeckten Wahrheiten müſſen nun erſt geordnet und verkettet, und durch Analogie und Induction erſt die *Naturgeſetze* entwickelt werden: dann haben wir Elemente der verſchiedenen Zweige der Phyſik.

Aber dieſe ſubjective Verknüpfung der Wahrheiten und Thatſachen in unſern Elementen der verſchiedenen Zweige der Naturlehre, zeigt keinesweges die Ordnung ihrer Entdeckung an. Die Natur enthüllt ſich nicht mit der Folge unſrer Betrachtung darüber; wir gehen in unſerm Syſteme von dem Einfachern zu dem Verwickeltern über: die Wirkungen der Natur aber ſind ſtets complicirt.

§. 2.

Der menſchliche Geiſt muſste alſo, um eine *Wiſſenſchaft der Natur* zu gründen, nicht allein erſt aufmerkſam auf die Erſcheinungen der Natur gemacht werden, und alſo erſt die Thatſachen *entdecken*, welche die Grundlage der Wiſſenſchaften machen, ſondern auch die Beobachtungen oft wiederholen, und unter abgeänderten

Umſtänden dieſe unter einander vergleichen, ehe er die *Geſetze*, nach welchen die Phänomene geſchehen, entwickeln und erforſchen konnte. Allein dieſe Entdeckung von Thatſachen iſt einzig und allein das Werk der Sinne, und der lebhafteſte und durchdringendſte Verſtand iſt ohne dieſe Erfahrungen durch die Sinne, ohne alles Vermögen zur Erforſchung der Eigenſchaften der Dinge in der Welt. Erwägen wir aber nun, daſs die beſtändige Gewohnheit die Menſchen gegen die gewöhnlichen Naturphänomene gleichgültig macht, und daſs die Neigung zur Ruhe und zur Bequemlichkeit, welche der Menſch hat, die Anſtrengung, welche die Aufmerkſamkeit auf die Natur und ihren Gang erfordert, nicht ohne beſondere Veranlaſſung aufkommen läſst; und daſs ungewöhnliche Erſcheinungen, die den Geiſt aus ſeinem Schlummer erwecken und zur Unterſuchung anſpornen könnten, ſelten oder ſchnell vorübergehend ſind, und auch oft nur durch Zufall bekannt werden, überhaupt auch nur iſolirt ſind: ſo wird man ſich leicht überzeugen, daſs Menſchen, ehe ſie in geſellſchaftliche Verbindungen traten und ſich zu Staaten verknüpften, bei den wenigen Bedürfniſſen, die ſie brauchten, und die ſie bald befriedigten, eben ſo wenig Veranlaſſung zur Aufmerkſamkeit auf die vor ihnen aus-

Digitized by Google

ausgebreitete Natur, und zur Entdeckung ihrer Geſetze heben konnte, als es noch jetzt die Bewohner und die Stände der Eingebornen von Ländern haben, welche ohne Kultur und Civiliſirung ſind. Nur das Bedürfniſs allein iſt es, was die Menſchen mit Gewalt zu Entdeckungen von Thatſachen und zur Bekanntſchaft mit den Eigenſchaften und Verhältniſſen der Körper anſtrengt. Ohne die ſchmerzhaften oder angenehmen Eindrücke, welche die uns umgebenden Körper auf uns machen, würden wir noch mit den allergemeinſten Eigenſchaften derſelben unbekannt ſeyn. Der Zufall machte anfänglich einige dieſer Eigenſchaften bekannt, und die Liebe zum Wohlbefinden, aus der eine Art von Trieb entſteht, der unendlich ſcharfſichtiger als die Natur ſelbſt iſt, lehrte ihren Nutzen kennen.

Die erſten Menſchen wurden alſo dadurch, weil ſie *Bedürfniſſe* hatten, die erſten Künſtler. So lange aber dieſe Bedürfniſſe geringe waren, und ihre Befriedigung leicht erhalten werden konnte, war auch die Veranlaſſung zur Aufmerkſamkeit auf die Natur und zur Entdeckung von Thatſachen beſchränkt. So lange die Menſchen in dem erſten Zuſtande der geſellſchaftlichen Verbindungen, bei einer nomadiſchen Lebensart, auſſer Hunger und Durſt und Blöſse keine andern

Bedürfniſſe kannten, brauchten ſie auch ihren Geiſt zu keinen andern Thatſachen anzuſtrengen, als die zur Befriedigung dieſer Bedürfniſſe hinreichten. Sie begriffen durch einen natürlichen Trieb die Grundſätze der einfachen Künſte, die ſie zur Gewinnung ihrer Bedürfniſſe ausübten, und brachten die Dinge wieder hervor, ſo wie ſie ihrer bedurften, ohne einmahl Veranlaſſung zu ihrer Vervollkommnung zu haben, die ebenfalls nur aus vermehrtem Bedürfniſſe entſpringen kann. So wie bei den nomadiſchen Völkerſchaften, die jetzt da ſind, der Zuſtand der Künſte und Wiſſenſchaften iſt, ſo war er auch gewiſs in den erſten Zeitaltern der Welt bei allen Völkern von ähnlicher Lebensart. Der Unterſchied des Klima kann zwar bei den verſchiedenen Völkerſtämmen verſchiedene Bedürfniſſe, und daher Entdeckung verſchiedener Thatſachen veranlaſſen; allein ſo lange keine Mittheilung dieſer Kenntniſſe unter den verſchiedenen Horden Statt findet, wird dadurch die Summe der Entdeckungen bei einzelnen Stämmen nicht vermehrt; und ſo muſste es auch ehemahls ſeyn, ehe die Nationen, bei denen jetzt Künſte blühen, deren Erwerbsfleiſs erweckt iſt, deren Induſtrie ihre Geiſteskraft und ihren Scharfſinn rege gemacht hat, zu einem feſten und beſchränkten Wohnſitze kamen.

Digitized by Google

Man wird ohne mein Erinnern leicht einsehen, dafs es lächerlich ist, in diesen frühesten Zeitaltern der verschiedenen Nationen, Spuren physikalischer Wissenschaften suchen, oder aus den fabelhaften Ueberlieferungen die ersten Keime wissenschaftlicher und zusammenhängender Kenntnisse entwickeln zu wollen. Alle Schriftsteller der Geschichte der Wissenschaften, sagt Macquer, die ihre Untersuchung bis zu dem ersten Weltalter verbreiten, haben sich in der Nacht dieser längst verflossenen Jahrhunderte verirrt.

§. 3.

Ich würde eher eine Geschichte der Menschheit, als eine Geschichte der Naturlehre schreiben müssen, wenn ich die möglichen Fortschritte des menschlichen Geistes in der Entdeckung von Thatsachen, wozu ihn sein dringendes Bedürfnifs nach und nach aufforderte, und die Keime der Kultur, die er begründete, in den mannigfaltigen möglichen Lagen, worin Klima und Lokalumstände, nach der Analogie mit den Völkerstämmen, die jetzt noch auf der untersten Stufe der Kultur stehen, aufsuchen wollte. — Es war wohl natürlich, dafs die Bedürfnisse zunahmen, wenn ein Hirtenvolk sich auf den Ackerbau beschränkte, und einen festen Wohnsitz nahm;

Digitized by Google

und daſs dadurch auch ſeine Kenntniſſe von Naturkräften vermehrt wurden. Allein der wahre Wachsthum menſchlicher Kunſt, und mit ihm die Thatſachen, welche die Grundlage phyſikaliſcher Kenntniſſe ausmachen, ſind wohl hauptſächlich da zu ſuchen, als die Bevölkerung in einem eingeſchränkten Raume einen beſtimmten Grad erreichte, die Menſchen näher zuſammenrückten, ihre Verhältniſſe enger und zugleich vielfacher wurden. Dadurch wurden die Bedürfniſſe gehäuft und die gewöhnlichen Erwerbungsmittel erſchwert; die Kräfte des Verſtandes muſsten, eben wegen des mächtigen Triebes der Selbſterhaltung, angeſtrengt werden; und es konnte nicht fehlen, daſs der thätig gemachte Forſchungsgeiſt eine Menge ihm unbekannter Erfahrungen machte, und daſs die Summe allgemeiner Begriffe zunahm.

Die Zeit der Gründung der Nationen des Alterthums auf einem feſten Wohnſitze reicht aber weit über unſre hiſtoriſchen Denkmähler hinaus, und es fehlt uns alſo ganz an Datis, um den Urſprung und den Fortgang mehrerer Künſte, die Bekanntſchaft mit den Naturkräften und den Verhältniſſen der Körper und ihrer Eigenſchaften vorausſetzen, und die durch angeſtellte Beobachtung der Natur erfunden worden ſind, ange-

Digitized by Google

ben zu können. Wir müſſen uns hier bloſs mit dem allgemeinen Reſultate begnügen, daſs ohne Zweifel die Erfindung verſchiedener Künſte, die als die Keime phyſikaliſcher Kenntniſſe angeſehen werden können, in dem entfernteſten Alterthume der Welt ſchon zu ſuchen, und ſo alt iſt, als die Pflanzung der Nationen. Nach den verſchiedenen, mehr oder weniger eingeſchränkten Wohnſitzen, und ihrer mannigfaltigen phyſiſchen Beſchaffenheit, waren die Künſte mehr oder minder zahlreich und vollkommen.

§. 4.

In den früheſten Zeiten, als Ackerbau getrieben wurde, muſste man wohl bald, durch dringende Erfahrung geleitet, einſehen, daſs die Feldarbeiten *gewiſſe Jahreszeiten* erfordern und von der *Bewegung der Sonne* abhängig ſind. Man muſste in den verſchiedenen Klimaten nothwendige Intervalle unter den verſchiedenen Operationen des Feldbaues anerkennen, welche dieſe Jahreszeiten ſelbſt anzeigten. Es war natürlicher Weiſe nöthig, voraus zu wiſſen, wenn ihre gewiſſen Jahreszeiten, die zu dieſer oder jener Feldarbeit nöthig waren, wiederkommen würden; und ſo muſste das Bedürfniſs die Menſchen wohl lehren, am Himmel die Zeichen aufzuſuchen, die

Digitized by Google

mit dem bevorſtehenden Eintritte dieſer und jener *Jahreszeit* verknüpft waren und ihn ankündigten. So war der *Ortus heliacus* des Sirius, oder die Zeit, da der Hundsſtern, der bisher nahe bey der Sonne geſtanden hatte, und durch ihren Glanz den Augen bisher unſichtbar geweſen war, ſich zum erſten Mahle wieder zeigte, und in der Morgendämmerung auf eine kurze Zeit wieder ſichtbar wurde, ſchon in den älteſten Zeiten ein Gegenſtand der Aufmerkſamkeit der *Aegyptier*, indem die Ueberſchwemmung ihres Landes durch den Nil jährlich zu eben der Zeit erfolgte. So wurde alſo auch aſtronomiſche Beobachtung zum Ackerbaue nothwendig, und natürlich muſsten mehrere ähnliche Betrachtungen der *Kalender* ſeyn, nach welchem ackerbauende Völker ihre Hantierung einrichteten. Eben ſo erfordert auch die geſellſchaftliche Verbindung der Menſchen in Staaten und die Einrichtung des bürgerlichen Lebens ein *Maaſs der Zeit*. Dies gewährte nur die Dauer gleichförmiger Bewegungen. Auf der Erde giebt es dergleichen nicht; man fand ſie bald bey der Beobachtung himmliſcher Körper, und man wurde zu denſelben durch das Bedürfniſs des Zeitmaaſses früh veranlaſst. Die Dauer von einem Aufgange der Sonne zum andern, oder das Zeitmaaſs, welches wir *Tag* nennen,

Digitized by Google

und welches sich so auffallend selbst anzeigt, war für das Bedürfniss eines gesellschaftlichen Lebens nicht mehr hinreichend; man musste auch längere Zeiträume messen können. Man fand diese in den Veränderungen und den Bewegungen des Mondes, und in dem Aufgange der Sonne an gewissen Stellen des Himmels, welche man durch die Stellung gewisser Sterne, (z. B. der Bilder des Thierkreises,) wiedererkannte.

§. 5.

Eben so musste frühzeitig die *Bearbeitung der Metalle* getrieben werden, so bald man durch sie den Werth der Dinge des Lebens zu bezeichnen anfing, und noch mehr, da man die Unentbehrlichkeit derselben zur Ausführung gewisser Arbeiten bemerkte. Seitdem man den unschätzbaren Werth des Eisens kennen lernte, den alle Nationen, welche zuerst dieses Metall von Fremden erhielten, einstimmig anerkennen, und Geräthschaften davon zu machen verstand, welche die Ausübung der zum Erwerbe der Bedürfnisse nöthigen Hantierungen so sehr erleichterten, lehrte die Nothwendigkeit die Menschen wohl selbst, dieses Metall aufzusuchen, zu scheiden, und zu bearbeiten; und mit dieser Kunst kam eine unzählige Anzahl anderer.

Digitized by Google

Die Keime zweier Hauptzweige naturwiſſenſchaftlicher Kenntniſſe, der *Aſtronomie* und *Chemie*, ſind alſo ohne Zweifel ſo alt als die Pflanzung der Nationen ſelbſt.

§. 6.

Die Vermehrung der Volksmenge in einem beſchränkten Wohnplatze konnte indeſſen allein nicht hinreichend ſeyn, die Aufmerkſamkeit der Menſchen auf die Natur mehr anzuſtrengen, und den Grund zur Erfindung von mehrern Künſten zu legen, die mit der Naturwiſſenſchaft in Verbindung ſtehen, ſo bald dadurch nicht die Befriedigung der Bedürfniſſe ſchwerer wurde, oder die Zahl der letztern ſelbſt zunahm. Die Beſchränktheit der Natur in der Hervorbringung gewiſſer Produkte, z. B. des Eiſens, konnte allerdings Menſchen in gewiſſen Wohnſitzen hindern, und wird ſie ſtets hindern, ähnliche Schritte zur Vervollkommnung ihrer Künſte zu machen. So muſs der Neukaledonier Jahre lang ſeinen Nephritſtein ſchleifen, um ihn zu einer Axt zuzurichten, und ſo einen groſsen Theil ſeiner Lebenszeit nur auf die Zurichtung bloſs einiger wenigen Werkzeuge verwenden, die ihm Bedürfniſs ſind.

Die Stärke und Erweiterung des menſchlichen Verſtandes ſind alſo noch weit weniger das Werk der Natur, als ſie das Werk der Zeit und des

Digitized by Google

Landes sind, in welche sie das Ohngefähr versetzt. So würde Newton, der das Weltall zu messen und das Unendliche zu berechnen wuſste, vielleicht alle seine Geisteskraft erschöpft haben, um bis auf zehn zu zählen, wenn er unter den Yameos geboren worden wäre.

§. 7.

Es ist also wohl gewiſs, daſs das Bedürfniſs der Menschen den Ursprung der Künste und Wissenschaften begründete, und daſs sie nothgedrungen auf die Erscheinungen der Körperwelt und die Eigenschaften der Körper Acht geben muſsten. So muſsten der Ackerbau und das Zeitmaaſs der Astronomie, die Nothwendigkeit des Eisens der Metallurgie, die Theilung der Ländereyen der Geometrie, der Handel der Arithmetik, der Waaren-Transport und die Gebäude der Mechanik, die Verwundungen und Krankheiten der Botanik, Anatomie und Medicin den ersten Ursprung geben. Aber nur Zeit und Lokalumstände und Vermehrung dieser Bedürfniſse in geselschaftlichen Staaten waren es, welche diese Künste, die mit der Physik in Beziehung sind, vervollkommneten. Der erste wesentliche Schritt dazu war, wie Robertson bemerkt, die Absonderung der Hantierungen. In den frühern Zeiten des geselligen Lebens sind der Künste so wenig, sind sie so ein-

Digitized by Google

fach, daſs jedermann ſie hinlänglich in ſeiner Macht hat, um allen Forderungen ſeiner eingeſchränkten Wünſche ein Genüge zu thun. Der Wilde verfertigt ſeinen Bogen ſelbſt, ſpitzt ſeine Pfeile, errichtet ſeine Hütte, höhlt ſein Canoe aus, ohne der Hülfe einer künſtlichern Hand, als der ſeinigen zu bedürfen. Wenn aber die Zeit die Bedürfniſſe der Menſchen vermehrt hat, ſo werden die Produkte der Kunſt in ihrem Baue ſo zuſammengeſetzt, und in der Ausarbeitung ſo ausgeſucht, daſs eine beſondere Art der Erziehung erfordert wird, einen Künſtler zu bilden, der ſinnreich im Erfinden und erfahren in der Ausführung ſey. Nach dem Maaſse, wie die Kultur ſich weiter verbreitet, nimmt auch die Verſchiedenheit der Hantierungen zu, und ſie vertheilen ſich in zahlreichere und kleinere Unterabtheilungen. Von dieſem Zeitpunkte der Abſonderungen der Hantierungen unter bekannten Völkern kann man wahrſcheinlich den Wachsthum der menſchlichen Kenntniſſe und die mechaniſchen und chemiſchen Künſte herrechnen.

§. 8.

Allein nichts deſto weniger kann man aus der Vervollkommnung der Kunſtſtücke und der Operationen, die eine Bekanntſchaft mit den Eigen-

Digitized by Google

ſchaften und Verhältniſſen der Körper vorausſetzen, nicht auf *wiſſenſchaftliche Kenntniſſe* in dieſen frühern Zeiten ſchlieſsen. Es waren einzelne Kenntniſſe, deren Verbindungen man nicht kannte, und die eben ſo wenig den Namen einer Wiſſenſchaft verdienen, als die Ausübung dieſer oder jener Hantierung, oder die Hervorbringung dieſes oder jenes einzelnen Kunſtſtücks ihn verdient. Vor der Erfindung des Schreibens that der Lehrling nichts, als was er von ſeinem Meiſter durch einen mündlich fortgepflanzten Unterricht lernte, und auf eben die Art übermachte er ſeine Kenntniſſe demjenigen, welcher ihm folgte; wie noch unſre Handwerker thun, welche nichts ſchreiben, ungeachtet ſie ſo viele Jahrhunderte nach Erfindung der Schreibekunſt leben.

So frühzeitig alſo auch die Künſte und Kunſtſtücke ausgeübt werden muſsten, die mit der Naturwiſſenſchaft in Verbindung ſtehen, ſo konnte ſie vor *Erfindung der Schreibekunſt* doch noch keine Wiſſenſchaft machen, und konnte es auch lange hernach noch nicht. Man wird hierüber nicht erſtaunen, wenn man erwägt, daſs die wichtigſten Geſetze der Natur, deren Kenntniſs die Wiſſenſchaft begründet, oft zugleich diejenigen ſind, welche am wenigſten in die Sinne fallen. Von der Natur unter einer Art von Decke verborgen, zeigen

Digitized by Google

ſie ſich, wie die Triebfedern einer koſtbaren Maſchine, nur denen, welche ſie zu entdecken wiſſen, und können nur von ſolchen Augen wahrgenommen werden, welche ſie zu beobachten geübt ſind. Wenn der ungefähre Zufall einige derſelben dargeboten hat, die ſo ſonderbar oder auffallend waren, daſs ſie nothwendig die Aufmerkſamkeit der erſten Beobachter auf ſich ziehen muſsten, ſo konnten ihnen die Erſcheinungen nur als abgeriſſene Bruchſtücke vorkommen, deren Anwendung und Nutzung ſie aus Mangel der Kenntniſs einer unendlichen Anzahl anderer, mit denen ſie einen weſentlichen Zuſammenhang hatten, unmöglich einſehen konnten. Die erſten Naturforſcher, wenn wir ſie ſo nennen können, hatten alſo keine andern Quellen, als die Sammlungen von Erſcheinungen, die zu ihrer Kenntniſs gelangten. Sie brachten ſie wiederum hervor, ſo wie ſie ihrer bedurften, um ſie entweder zum gemeinen Gebrauche anzuwenden, oder um Wirkungen hervorzubringen, die in den Augen derer, welche nicht ſo gelehrt waren, Wunderwerke zu ſeyn ſchienen.

§. 9.

Wenn wir das unermeſsliche Feld der Phänomene und Verſuche; die geringe Zahl derer, die

Digitized by Google

darauf Sorgfalt zu verwenden Luſt haben; den nothwendigen Vorrath von Werkzeugen; den Scharfſinn zu Beobachtung und zu Ausfündigmachung bequemer Verſuche; die Geduld, welche erfordert wird, ſie anzuſtellen, zu wiederholen und abzuändern; und die dazu nöthige Fertigkeit erwägen: ſo werden wir uns nicht über die langſamen Fortſchritte der Naturwiſſenſchaft, den uns die Folge der Betrachtungen lehren wird, wundern dürfen.

Deſſen ungeachtet hätte doch die Summe der Erfahrungen, welche die im geſellſchaftlichen Staate zuſammenlebenden Menſchen machten, zumal nach Abſonderung der Gewerbe und Künſte von einander, und nach Erfindung des Schreibens, viel frühzeitiger den Grund zur Wiſſenſchaft der Natur legen können, und würde ihn gelegt haben, wenn nicht auch zugleich in der phyſiſchen und intellektuellen Natur des Menſchen eben ſo gut die Quelle zu den Hinderniſſen als zu den Fortſchritten der Naturwiſſenſchaft läge. Die bekannte Geſchichte aller Jahrhunderte lehrt, daſs die Afterphiloſophie immer älter war, als die wahre, die nicht eher entſtehen kann, als bis der Menſch durch alle Wirbel von Irrthümern aller Art durchgezogen iſt, und ſie erſt durch eine lange Reihe trauriger Erfahrungen als

Digitized by Google

Irrthümer hat kennen lernen. Aus der Quelle, aus welcher die Wahrheit hervorging, gingen auch die Irrthümer hervor, die, trotz aller Beobachtungen und aller sinnlichen Wahrnehmungen, doch die Fortschritte der Naturkenntnisse hinderten. Da, wo der Wirkungskreis unsrer Sinne aufhört, überlassen wir uns gar zu leicht dem Spiele unsrer Einbildungskraft; wir verlieren uns in Spitzfündigkeit, und wir verlassen die Körperwelt. Die entferntesten Monumente der Geschichte belehren uns so von dem Glauben an übernatürliche Kräfte, an den Einfluss böser und guter Geister, und ihre unmittelbaren Einwirkungen in Hervorbringung von Phänomenen, deren Zusammenhang mit andern man nicht kannte; ein Glaube, der schon früh Statt fand, mit welchem die Geschichte aller Völker anfängt, und der zu den wichtigsten Hindernissen gehört, welche die Naturwissenschaft fand.

Der Mensch fürchtet Gefahren, die er nicht kennt, Gefahren, gegen welche er seine Klugheit und seine Kräfte noch nicht gemessen hat. Ehe er bekannt wird mit den Kräften der Natur, fürchtete er sie; und jede ungewohnte Erscheinung macht ihn entsetzen. So wird z. B. der Mensch zwar früh an die unveränderliche Ordnung des Himmels gewöhnt, und an die beständige

Succeſſion ſeiner Phänomene; und eben weil er daran gewöhnt iſt, denkt er ſich nichts dabei: ſo bald aber ſeltene Phänomene am Himmel ihm aufſtoſsen, ſo glaubt er eine Zerrüttung der natürlichen Ordnung, und er geht, da er die Urſache nicht einſieht, zu dem Einfluſſe eines Weſens zurück, das auſser dem Bezirke der Sinnenwelt liegt. So muſste die Verfinſterung der Sonne die Vorſtellung von der Vernichtung des Univerſi fürchten laſſen, und die Kometen muſsten Vorbothen trauriger Ereigniſſe für die Erdbewohner ſeyn.

Schwärmerei und Aberglaube waren auf dieſe Art frühzeitig herrſchend, und erhielten die Wiſſenſchaft der Natur lange Zeit hindurch in ihrer Kindheit, und hindern auch jetzt noch ihre Verbreitung. Der Verfolg der Geſchichte unſrer Wiſſenſchaft wird zugleich auch die Geſchichte der Irrthümer und der Verirrungen des menſchlichen Verſtandes ſeyn.

§. 10.

Wenn wir den Monumenten der zuverläſſigen Geſchichte nachforſchen, um die Fortſchritte der Menſchen in ſittlicher und wiſſenſchaftlicher Rückſicht aufzufinden, ſo finden wir hier noch viel mehr Hinderniſſe als bei der Aufſuchung der politiſchen Veränderungen in den entfernteſten Zeiten.

Digitized by Google

Der Gang, welchen der menschliche Geist in der Vervollkommnung der intellectuellen Kräfte nimmt, ist nur langsam und stufenweise, und die vereinten Bemühungen mehrerer Jahrhunderte sind oft nöthig gewesen, um zu einer wichtigen Entdeckung beizutragen. Kein Wunder also, dass der langsame, oft stillstehende, und Jahrhunderte lang schlummernde Gang der Wissenschaft unbemerkt blieb, und dass es an Nachrichten über Entdeckungen mangelt, die anfangs klein und unbeträchtlich schienen, und erst nach und nach den folgenden Jahrhunderten wichtig wurden, nachdem der erste Erfinder und die Zeit der Erfindung längst vergessen waren. Grosse politische Veränderungen und Abwechselungen der Staaten hingegen waren immer geräuschvoll, geschahen mehrentheils plötzlich, und hinterliessen oft bittere Denkmähler den Bewohnern des Landes. Solche Epochen machten daher auch stärkere Eindrücke, und gaben weit eher Veranlassung, um bemerkt und aufgezeichnet, oder durch Tradition erhalten zu werden. Aber auch schon selbst in der eigentlichen Geschichte der Staaten machen wir, wenn wir in die entfernten Zeiten zurückgehen wollen, die unangenehme Entdeckung, dass die Periode der zuverlässigen Geschichte sehr beschränkt sey; wie viel mehr muss es nicht die

Digitized by Google

Geſchichte der Wiſſenſchaften ſeyn! Es ſind kaum über 3000 Jahre, als Moſes ſeine Bücher ſchrieb, und Herodot, der älteſte unter den griechiſchen Geſchichtſchreibern, die auf uns gekommen ſind, ſchrieb etwa in der 87ſten Olympiade und um tauſend Jahre ſpäter als Moſes. Jenſeits dieſer Periode, wo die geſchriebene Geſchichte anfängt, verlieren wir uns auf unſrer Spur der Nachforſchung in Dunkelheiten und in Fabeln. Es bleibt uns nichts als Muthmaſsung übrig, und wir müſſen uns mit bloſser Wahrſcheinlichkeit begnügen, bis die Auffindung mehrerer Documente dereinſt Licht über Gegenſtände verbreitet, die jetzt mit einem undurchdringlichen Schleier bedeckt ſind.

ERSTER THEIL.

Spuren phyſikaliſcher Kenntniſſe bei den bekannteſten Völkern des höhern Alterthums.

§. 11.

Die ſicherern Monumente der Geſchichte führen uns auf *vier* Völker des höhern Alterthums, die in der Geſchichte der Wiſſenſchaften, und insbeſondere in der Naturlehre erwähnt zu werden verdienen, und bei denen uns nicht zweifelhafte

Digitized by Google

Data, Spuren ihrer Thätigkeit in Bearbeitung wenigſtens einiger Zweige der phyſiſchen Kenntniſſe geben. Dieſe Völker ſind: 1. die *Hindus*; 2. die *Babylonier* oder *Chaldäer*; 3. die *Perſer*; und 4. die *Aegyptier*. Ich will mich bemühen, die zuverläſſigern Data von den Spuren der phyſikaliſchen Kenntniſſe bei dieſen Völkern aufzuſtellen; und zuletzt noch einige andere kleinere Völkerſchaften, die in der Geſchichte der Naturwiſſenſchaft in Betrachtung kommen, zuſammennehmen. *)

*) Nun ſollte als erſter Abſchnitt die Geſchichte deſſen folgen, was die alten *Hindus* muthmaſslich von der Phyſik wuſsten. Allein hier bricht das Manuſcript ab. Vielleicht daſs der Verfaſſer erſt recht Athem ſchöpfen wollte, um ſich durch das Heer widerſprechender Muthmaſsungen und abenteuerlicher Traditionen von der Sakontala an, bis zu Bailly's Geſchichte der indiſchen Aſtronomie herab durchzuſchlagen, und daſs er darüber den Faden ganz fallen lieſs. Wir hoffen in der Folge manchen intereſſanten Beitrag zur Geſchichte der Phyſik in dieſen Annalen liefern zu können, und werden für dieſen Zweig der Wiſſenſchaft mehr ſorgen, als das in dem Journale der Phyſik geſchehen iſt. d. H.

Digitized by Google

VI.

ERFAHRUNGEN UND BEMERKUNGEN über *das Leuchten der fliegenden Johanniswürmchen*, (Ampyris italica,)

von

D. JOACHIM CARRADORI in Prato. *)

Das Leuchten der Johanniswürmchen hängt von keiner äufsern Urſache, ſondern ganz von der Willkühr dieſes Inſekts ab. Während ſie frei umherfliegen, iſt ihr Leuchten ſehr gleichförmig, ſo bald ſie aber eingefangen werden, leuchten ſie ſehr ungleichförmig, oft gar nicht. Aengſtigt man ſie, ſo verbreiten ſie ein lebhaftes Licht, und dieſes ſcheint ein Zeichen ihres Zorns zu ſeyn. Legt man ſie auf den Rücken, ſo leuchten ſie faſt ununterbrochen, indem ſie ſich bemühen, ſich umzudrehen. Bei Tage muſs man ſie quälen, ehe ſie leuchten; und daraus ſcheint zu folgen, daſs der Tag die Zeit ihrer Ruhe iſt.

*) Aus den *Annali di Chimica* etc. *di Brugnatelli. In Pavia* 1797, *T.* XIII, vom Bürger *van Mons* in Brüſſel ausgezogen.

Digitized by Google

Die Johanniswürmer leuchten nach Gefallen an jedem einzelnen Theile ihres Bauchs; ein Beweis, daſs ſie jeden einzelnen Theil dieſes Eingeweides unabhängig von den übrigen bewegen können. Die Fähigkeit, zu leuchten, hört nicht durch Einſchneiden oder Zerreiſsen des Bauches auf, denn Carradori trennte einen Theil deſſelben, der ganz erloſchen ſchien, vom übrigen Körper, und ſah ihn bald darauf während einiger Sekunden hell leuchten und dann allmählig verlöſchen. Oft ſah er ſolche abgeſchnittene Stücke plötzlich funkeln und wieder verlöſchen, und bald darauf von neuem leuchten. Er erklärt dieſe Erſcheinung aus einem Ueberbleibſel von Irritabilität, oder aus einem Stimulus, welchen die Luft hervorbringt. Dies ſchien ihm um ſo wahrſcheinlicher, da eine mechaniſche Erregung dieſelbe Wirkung hatte.

Ein leichter Druck iſt hinlänglich, ihnen das Vermögen, willkuhrlich im Leuchten aufzuhören, zu rauben. Carradori vermuthet daher, daſs der Mechanismus, durch den ſie das Aufhören des Leuchtens bewirken, auf einer eignen Membran beruhe, in welche ſie die phosphoriſche Subſtanz zurückziehen können. Eine andere Vermuthung Carradori's iſt, daſs dieſes Leuchten in Zitterungen oder Schwingungen der phosphori-

Digitized by Google

schen Masse bestehe, und dass gar kein Ausströmen derselben Statt finde, sondern dass Alles im Innern des leuchtenden Bauches vorgehe. Beim höchsten Grade des Leuchtens kann man ohne Schwierigkeit die kleinste Schrift lesen.

Der leuchtende Theil der Johanniswürmer erstreckt sich aber nur über die letzten Ringe ihres Bauchs. Dort sind zwei Membranen, von denen die eine den obern, die andere den untern Theil des Bauches bildet, und die mit einander verbunden sind. In diesem Behältnisse befindet sich die leuchtende Masse, die einem Teige gleicht, einen Knoblauchsgeruch, aber wenig Geschmack hat, und bei dem leichtesten Drucke aus dieser Art von Tasche herausgeht. So ausgedrückt verliert sie in wenig Stunden ihren Glanz und verwandelt sich in eine weisse trockene Masse.

Taucht man ein Stück des Phosphorbauchs in Oehl, so leuchtet es nur schwach und erlischt bald. In Wasser leuchtet es dagegen mit gleicher Stärke wie in der Luft, und länger.

Carradori schliesst aus diesem Leuchten im Oehle, worin sich kein Luftbläschen findet, so wie in dem luftleeren Raume des Barometers, dass das Leuchten der fliegenden Johanniswürmer weder die Wirkung einer langsamen Verbrennung, noch, wie Göttling meinte, die Fixi-

Digitized by Google

rung des Stickgas ſey; und daſs die Urſache des ſtärkern Leuchtens dieſer Inſekten im Sauerſtoffgas nicht durch ein lebhafteres Verbrennen in dieſem Gas, ſondern dadurch veranlaſst werde, daſs ſich dieſe Inſekten, wie die meiſten Thiere, im Sauerſtoffgas vorzüglich wohl befinden. Dagegen meint er, daſs das Licht, welches dieſe Inſekten zeigen, ihnen eben ſo angeboren und eigenthümlich ſey, wie andern Thieren die Fähigkeit, in beſtimmten Organen das elektriſche Fluidum zu ſammeln und willkührlich zu verbreiten, und daſs ſich das Fluidum, welches das Licht bildet, bei ihnen vielleicht in einem verdichteten Zuſtande befinde. Es iſt möglich, ſagt er, daſs ſie durch ihre beſondere Organiſation die Fähigkeit haben, aus ihren Nahrungsmitteln das Licht auszuſcheiden, und es in dem eben beſchriebenen Behälter zu ſammeln. Oder ſie können vielleicht aus der atmoſphäriſchen Luft dieſes Licht eben ſo durch einen chemiſchen Prozeſs ausſcheiden, wie andere Thiere die Wärme. Das Syſtem Göttlings, ſo wie es Brugnatelli vereinfacht hat, könnte dieſer Meinung ſehr viel Wahrſcheinlichkeit geben!!

Endlich zeigt noch Carradori, daſs das Leuchten dieſes Inſekts von ſeinem Leben unabhängig iſt, und mehr von dem nöthigen Grade der Weich-

Digitized by Google

heit der phosphorescirenden Subſtanz abhängt. Das Trocknen derſelben endigt das Leuchten, welches ſich jedoch beim Erweichen der Maſſe in Waſſer, (aber nur nach einer beſtimmten Zeit des Trocknens,) wieder zeigt; ein Umſtand, den Reaumür, Beccaria und Spalanzani auch bei den Foladen und Meduſen bemerkt haben.

Taucht man ſie abwechſelnd in laues und in kaltes Waſſer, ſo leuchten ſie in jenem lebhaft, in dieſem erlöſchen ſie, welches Carradori aus dem Wohlbefinden im erſtern und aus dem Uebelbefinden im letztern herleitet.

ANHANG.

*Carradori's Einwürfe gegen Spalanzani's Bemerkungen *) über das Leuchten des faulen Holzes und der Johanniswürmchen.* **)

1. Die phosphorescirenden Holzſtücke leuchten auch unter Waſſer, im Oehle, ſelbſt in dem luftleeren Raume des Barometers; alſo unter Umſtänden, die dem Sauerſtoffgas gar keinen Zugang verſtatten.

*) Gren's Annalen der Phyſik, I, S. 33 — 63.

**) Auszug aus dem Briefe Carradori's an Fabroni, in den *Annales de Chimie*, An 6, No. 71.

Digitized by Google

2. Warum bemerkte Spalanzani, als er jenes Holz in Glocken mit Lebensluft einſchloſs, keine Verminderung des Volums derſelben, da er dieſes doch bei den Phosphorſubſtanzen der Johanniswürmer wahrnahm?

3. Es iſt nicht gegründet, was mehrere Naturforſcher behaupten: daſs die Luccioloni und die Lucciole Einem Geſchlechte zugerechnet werden müſſen, nur die Gattungsunterſchiede haben, und daſs zwar jene die Weiber, dieſe die Männchen wären. Ich kann verſichern, den Bauch der Lucciolen mit Eiern erfüllt geſehn zu haben, nur ſind dann die leuchtenden Theile des Bauches ſehr viel kleiner. Sie verſtecken ſich dann, aber man findet ſie zuweilen in dieſem Zuſtande auf Kräutern und Geſträuchen.

4. Auch die Luccioloneu und Lucciolen leuchten im Oehle. Aus allem dieſem ſcheint zu folgen, daſs weder bei den Hölzern, noch bei den Johanniswürmchen eine langſame Verbrennung, wie Spalanzani meint, vorgehe. Ueberhaupt führen ſeine Erfahrungen auf Reſultate, welche von den ſeinigen ſehr verſchieden ſind. Vielleicht, daſs die nicht-athembaren Gasarten auf dieſe phosphoriſchen Subſtanzen einen vorübergehenden Eindruck machen, welcher fähig iſt, das Ausſtrömen ihres Lichts zu verhindern, ſo wie im Gegentheile

Digitized by Google

das Sauerſtoffgas, durch eine eigenthümliche Einwirkung, dieſes Ausſtrömen vermehrt. Warum ſollten nicht jene Gasarten einen Einfluſs haben können, den wir noch nicht kennen? Sah ich doch die phosphoriſche Subſtanz, im Weingeiſte und Weineſſig ſogleich ihres Glanzes beraubt werden, aber im Oehle und Waſſer und in Luft wieder aufleuchten.

5. Die Bemerkung, daſs die phosphoriſche Subſtanz derſelben das Volumen der Lebensluft vermindert, iſt nicht entſcheidend; wie viele Subſtanzen verändern dieſe nicht durch ihre Ausflüſſe, und brennen doch nicht, und ſind doch keine Phosphore!

6. Es iſt ferner ein beträchtlicher Unterſchied zwiſchen dem künſtlichen und jenem natürlichen Phosphor: jener leuchtet nur bei einer beſtimmten Temperatur; dieſer bei jeder Temperatur, ſobald ſie nur nicht ſeine Subſtanz angreift. Dies beweiſet wohl, wie ich glaube, hinlänglich, daſs das Leuchten bei dieſem nicht Wirkung einer Verbrennung ſey, da jede Verbrennung einer mehr oder weniger hohen Temperatur bedarf.

7. Was die Erklärungsart Spalanzani's über die Verwandlung des Holzes in Phosphore be-

Digitized by Google

trifft, indem er annimmt, daſs der entblöſste, (*mis à découvert*,) Waſſerſtoff und Kohlenſtoff den Sauerſtoff anziehen; ſo muſs ich ſie nach meinen Beobachtungen als unwahrſcheinlich verwerfen. Vielmehr iſt gewiſs, daſs die Hölzer, ſo bald ſie zu leuchten anfangen, ihre harzigen Theile faſt ganz verloren haben, und daſs ſie daher faſt nichts mehr von jenem Grundſtoffe, es ſey Waſſerſtoff oder Kohlenſtoff, der ſie zum Verbrennen geſchickt machte, behalten; daſs ſie daher, wenn man ſie in die Flamme wirft, nur ſehr ſchlecht brennen. Ich bin dagegen ganz überzeugt, daſs ſie ſich um eben ſo viel dem Phosphoresciren nähern, als ſie brennbaren Stoff verlieren, und daſs davon die Fähigkeit, das Licht zu abſorbiren und zurückzuhalten, abhängt.

Dieſe Meinung könnte man ohne Zwang auch auf die Fähigkeit verſchiedener Thiere, zu leuchten, ausdehnen. Denn da jene leuchtende Subſtanz derſelben weder harziger noch öhliger Natur iſt, ſo kann ſie nicht viel Kohlen- und Waſſerſtoff enthalten, alſo auch nicht ſehr verbrennlich ſeyn.

8. Wenn die Lucciolen wirklich nur darum auch unter dem Waſſer leuchteten, weil ſie, (wie Herr Spalanzani behauptet,) den Sauerſtoff, wel-

Digitized by Google

chen das Waſſer abſorbirt hat, dazu verbrauchen; ſo muſs man natürlich fragen: warum der künſtliche Phosphor nicht auch unter Waſſer leuchte? Ferner müſste man dieſe Behauptung auch durch Erfahrungen unterſtützen, z. B.: daſs die phosphoriſche Subſtanz der Lucciole wirklich im Waſſer enthaltenes Sauerſtoffgas abſorbire, und daſs er in dem Waſſer, das kein Sauerſtoffgas enthalte, auch nicht leuchten könne.

A.

VII.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN über die *Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten*

von

Herrn Grafen RUMFORD
in München.

(Fortsetzung.) *)

Zweites Kapitel.

1. Fernere Untersuchungen über die *innern Bewegungen* unter den Partikeln der liquiden Körper, die nothwendig Statt finden, wenn sie erwärmt oder abgekühlt werden. — 2. Beschreibung eines mechanischen Apparats, um diese Bewegun-

*) *Count Rumford's* Experimental Essays, political, economical, and philosophical. Essay VII. London 1797. 8. Von den drey Kapiteln dieses Essay ist das erste im *Neuen Journal der Physik*, B. IV, S. 418, übersetzt. Hier die Fortsetzung der lehrreichen noch unübersetzten Abhandlung, welche in der Lehre von der Wärme neue Aussichten, oder wenigstens ein Feld neuer Untersuchungen öffnet, und die ich um so weniger zurückhalte, da jedes Kapitel ein für sich verständliches Ganzes ausmacht, und in so fern auch dem brauchbar ist, der den Anfang derselben im N. Journ. der Phys. nicht nachlesen kann. d. H.

Digitized by Google

gen im Waſſer ſichtbar zu machen. — 3. Bericht von mancherley intereſſanten Verſuchen, die mit dieſem neu erfundenen Inſtrumente angeſtellt ſind. — 4. Sie führen zu einer wichtigen Entdeckung: *Wärme* kann ſich in flüſſigen Körpern, ſo lange dieſe durch Kälte verdichtet worden ſind, *nicht nach unten zu* verbreiten. — 5. Ein Verſuch zeigte, daſs *Eis*, wenn *kochendes Waſſer* auf ſeiner Oberfläche ſteht, mehr als achtzig Mahl langſamer ſchmilzt, als wenn man es auf der Oberfläche des heiſsen Waſſers ſchwimmen läſst, — 6. Das Schmelzen des Eiſes, auf deſſen Oberfläche Waſſer ſteht, kann auch bei der Hypotheſe: daſs Waſſer ein vollkommener Nichtleiter der Wärme iſt; erklärt werden. — 7. Dieſer angenommenen Hypotheſe zu Folge, müſste Waſſer bei acht Graden über dem Gefrierpunkte nach Fahrenheits Scale, oder bei der Temperatur von 40°, in irgend einer gegebenen Zeit, eben ſo viel Eis, auf deſſen Oberfläche es ſteht, ſchmelzen, als ein gleiches Volumen dieſes Fluidi, bei jeder höhern Temperatur, ſogar wenn es ſiedend heiſs wäre. — 8. *Dieſe merkwürdige Thatſache iſt durch eine groſse Mannigfaltigkeit entſcheidender Verſuche bewieſen.* — 9. Es wurde ſogar gefunden, daſs Waſſer von der Temperatur von 41° *mehr Eis ſchmelzt*, wenn es auf deſſen Oberfläche ſteht, als ſiedend heiſses Waſſer. — 10. Die Reſultate aller dieſer Experimente beweiſen, daſs *Waſſer* in der That ein vollkommener *Nichtleiter der Wärme* iſt; oder daſs die Wärme ſich darin, *nur zu Folge der Bewegungen, die ſie unter den iſolirten und einzelnen Partikeln dieſes Fluidi verurſacht, verbreitet*, da dieſe Theilchen unter einander ſelbſt bei dieſer Operation gar keine Communication

Digitized by Google

oder Gemeinſchaft haben. — Die Entdeckung dieſer Thatſache öffnet unſerm Blicke eine der gröſsten und intereſſanteſten Scenen in der Oekonomie der Natur.

I.

Da die kleinſten Partikeln des Waſſers, ſo wie aller andern flüſſigen Körper, viel zu klein ſind, als daſs das menſchliche Auge ſie wahrnehmen könnte, ſo ſind auch die Bewegungen dieſer Partikeln für uns unbemerkbar. Dagegen läſst ſich oft mit der gröſsten Gewiſsheit auf die Bewegung unſichtbarer flüſſiger Körper durch die Bewegung ſchlieſsen, welche ſie in ſichtbaren Körpern verurſachen. Luft iſt ein unſichtbares Fluidum; doch erlangen wir ſehr richtige Vorſtellungen der Bewegungen in der Luft durch den Staub und andere leichte Körper, die durch die bewegte Luft mit fortbewegt werden. Wer je einen Wirbelwind über die Oberfläche eines gepflügten Ackers, bei trockenem Wetter, ſtreichen ſah, kann ſo z. B. nicht den geringſten Zweifel über die Art der Bewegung haben, in welche die Luft alsdann geſetzt wird, ob ſie ſchon ſehr verwickelt und nicht leicht zu beſchreiben iſt.

Die Bewegungen ſehr feiner Staubtheilchen, die ſich von ungefähr in dem Weingeiſte meines

Digitized by Google

groſsen Thermometers befanden, und wenn die Sonne gerade darauf ſchien, ſichtbar wurden, machten mich zuerſt auf die innern Bewegungen in dieſem Fluido, wenn es abgekühlt wird, aufmerkſam, und dieſen guten Wink benutzte ich, um die innern Bewegungen des Waſſers auf dieſelbe Art ſichtbar zu machen. Dies, ſah ich, würde keine Schwierigkeit haben, ſo bald ich nur einen Körper finden könnte, der gleiches ſpecifiſches Gewicht mit dem Waſſer hat, und ſich damit vermengen läſst, ohne aufgelöſ't, und in ſo kleine Partikeln zertheilt zu werden, daſs er ſelbſt unſichtbar wird. Allein einen ſolchen Stoff konnte ich nicht finden; und es iſt in der That auch ſehr gut, daſs es dieſer Subſtanzen nicht viele giebt, weil wir ſonſt ſehr viel Mühe haben würden, uns reines Waſſer zu verſchaffen.

Da es mir nicht gelingen wollte, eine feſte Subſtanz von dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers aufzufinden, die zu meinem Zwecke taugte, ſo nahm ich zu folgender Liſt meine Zuflucht. Ich überblickte die Tabellen der ſpecifiſchen Schweren, und fand, daſs das ſpecifiſche Gewicht des durchſichtigen Bernſteins nur wenig gröſser als das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers ſey, nämlich 1,078. Dabei fiel mir ein, daſs, wenn ich im Waſſer Alkali ſo lange auflöſ'te, bis

das ſpecifiſche Gewicht der Solution dem des Bernſteins gleich würde, dadurch weder die Durchſichtigkeit des Fluidi verringert, noch dieſes ſo verändert werde, daſs dadurch die Art, die Wärme aufzunehmen, eine merkliche Veränderung litte.

2.

Dieſer Gedanke wurde ſogleich folgender Maſsen mit gutem Erfolge in Ausübung gebracht. Ich hatte mich mit einer Anzahl gläſerner Kugeln verſchiedener Art mit langen cylindriſchen Hälſen verſehen. Von dieſen wählte ich eine, die ungefähr zwei Zoll, und ihr cylindriſcher zwölf Zoll langer Hals $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, that etwa einen halben Theelöffel voll Bernſteinpulver hinein, (die Stückchen waren von irregulärer Geſtalt, durchſichtig, und von der Gröſse der Senfkörner,) und ſchüttete darauf eine gewiſſe Quantität deſtillirtes Waſſer, das die Temperatur der Stube hatte, (ungefähr 60° Fahrenh.) Wie ich erwartete, blieb der Bernſtein auf dem Boden der Kugel liegen. Ich ſchüttete daher zu dem Waſſer ſo viel von einer geſättigten Auflöſung des reinen vegetabiliſchen Alkali, als nöthig war, um das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers, (oder vielmehr der verdünnten Salzſolution,) ſo weit zu vergröſsern, daſs die Stückchen des

Bern-

Digitized by Google

Bernſteins zu ſchwimmen anfingen, und vollkommen ruhig in jeder Stelle des Fluidi, wo ſie von ungefähr hinkamen, blieben.

Da die gläſerne Kugel noch nicht ſo voll war, als ich wünſchte, ſo fuhr ich fort, noch mehr von der Alkali-Solution zuzuſetzen, bis die Kugel voll, und auch die cylindriſche Röhre neun Zoll weit gefüllt war; und dann verſtopfte ich ſie mit einem reinen Korke. Darauf ſchüttelte ich die Miſchung tüchtig durch einander, ſtellte dann die Glaskugel mit ihrer cylindriſchen Röhre in eine vertikale Richtung, auf eine hölzerne Unterlage, und lieſs ſie in Ruhe ſtehen, um zu ſehen, wie lange die ſoliden Partikelchen des Bernſteins, (die ſehr gleichmäſsig in der ganzen Maſſe des Fluidi vertheilt zu ſeyn ſchienen,) ſich in der Höhe erhalten würden.

Obgleich der gröſste Theil dieſer Partikeln zuerſt keine Neigung zu haben ſchien, weder zu ſteigen, noch zu fallen, ſo bewegten ſich doch bald einige langſam aufwärts, und andere eben ſo langſam hinunter. Da ſich die Partikelchen überall im Fluido nach dieſen Richtungen bewegten, ja, häufig zwei Partikelchen in demſelben Theile nach beiden entgegengeſetzten Richtungen, und dabei die hinauf- und hinabſteigenden oft ſo nahe an einander vorbei gingen, daſs ſie ſich zu be-

Digitized by Google

rühren ſchienen: ſo ſah ich daraus, daſs dieſe Bewegungen unabhängig von irgend einer innern Bewegung des Fluidi waren, und nur von dem Unterſchiede der ſpecifiſchen Gewichte unter den verſchiedenen kleinen Theilchen des Bernſteins und des Fluidi herrührten. Einige der Stückchen Bernſtein, die offenbar ſchwerer als das Fluidum waren, bewegten ſich hinunterwärts, indeſs andere, die leichter waren, nach deſſen Oberfläche ſtiegen.

Wegen des groſsen Unterſchiedes unter den ſpecifiſchen Gewichten der verſchiedenen Stückchen Bernſtein ſetzte ich noch mehr von dieſem Stoffe zum Fluido hinzu, ſchüttelte nochmals Alles gut unter einander, lieſs dann den Bernſtein ſich ſetzen, und ſchüttete ſanft Alles, was auf die Oberfläche des Fluidi geſtiegen war, ab, ſo daſs ich nur das, was ſich auf den Boden geſetzt hatte, behielt. Darauf vermehrte ich das ſpecifiſche Gewicht des Fluidi, indem ich etwas weniges von der Alkali-Solution ſo lange hinzuſetzte, bis die kleinen im Glaſe zurückgebliebenen Stückchen Bernſtein ſich nur eben hoben, und in den verſchiedenen Theilen des Fluidi ſchweben blieben, wo ſie nun ihre permanenten Plätze eingenommen zu haben ſchienen.

Digitized by Google

Jetzt hatte ich ein *Inſtrument*, das mir zu den ſehr intereſſanten Verſuchen, die ich ausgedacht hatte, recht dienlich zu ſeyn ſchien, und man wird mir leicht glauben, daſs ich keine Zeit verlor, davon Gebrauch zu machen.

3.

Der *erſte Verſuch*, den ich mit dieſem Inſtrumente machte, war, daſs ich es in ein langes gläſernes Gefäſs mit faſt kochend heiſsem Waſſer gefüllt, tauchte. Was ich erwartete, geſchah. Es entſtanden ſogleich in der cylindriſchen Röhre zwei Ströme, welche ſich nach entgegengeſetzter Richtung mit groſser Schnelligkeit bewegten, und zwar nahm der aufſteigende Strom die Seiten, der hinunterſteigende die Achſe der Röhre ein. So wie die ſalzige Flüſſigkeit allmählig warm wurde, verminderte ſich ſtufenweiſe die Geſchwindigkeit der Ströme, und zuletzt, als die Flüſſigkeit die Temperatur des ſie umgebenden Waſſers in dem Gefäſse erreicht hatte, hörten dieſe Bewegungen gänzlich auf.

Als ich die gläſerne Kugel aus dem heiſsen Waſſer heraushob, begann die innere Bewegung der Flüſſigkeit von neuem; aber die Ströme hatten ihre Richtung verändert, und der heraufſteigende Strom nahm jetzt die Achſe der Röhre ein.

Digitized by Google

Wenn dabei die cylindrische Röhre, statt vertikal gehalten zu werden, etwas schräg gehalten wurde, so ging der aufsteigende Strom längs der obersten, und der herabsteigende mit gleicher Geschwindigkeit, längs der untersten Seitenlinie des Cylinders. Als endlich die Flüssigkeit in der gläsernen Kugel die Temperatur der Stubenluft erlangt hatte, so hörten diese Bewegungen auf, begannen aber im Augenblicke von neuem, wenn man das Instrument irgend einem Wechsel der Temperatur aussetzte.

In allen Fällen, wo das Instrument *Wärme erhielt*, bewegte sich der Strom, welcher bei vertikalem Stande die Achse, und bei einem schiefen Stande die *obere Seitenlinie* der cylindrischen Röhre einnahm, *nach unten zu*, (herabwärts.) Wenn dagegen das Instrument *Wärme ausströmte*, so bewegte sich dieser Strom nach der entgegengesetzten Richtung, nämlich *nach oben zu*, (heraufwärts.)

Ein Wechsel der Temperatur, der nur wenig Grade nach Fahrenheits Scale betrug, reichte hin, die Flüssigkeit des Instruments in Bewegung zu setzen, und die Bewegungen waren mehr oder weniger schnell, je nachdem es mit gröserer oder geringerer Geschwindigkeit Wärme aufnahm oder ausströmte, am schnellesten in den Theilen

Digitized by Google

des Inſtruments, wo keine geſchwinde Mittheilung Statt fand, (*where the communication was not rapid.*)

Eine partielle Bewegung kann zu jeder Zeit in jedem Theile des Inſtruments hervorgebracht werden, wenn man an dieſen Theil irgend einen Körper anhält, der entweder wärmer oder kälter als das Inſtrument iſt. Iſt der Körper wärmer als das Inſtrument, ſo bewegt ſich die ſalzige Flüſſigkeit in dem Theile, den der wärmere Körper berührt, *aufwärts;* iſt er kälter, *hinunterwärts.* In beiden Fällen verurſacht der hervorgebrachte Strom ſogleich einen zweiten, in irgend einem andern Theile des Fluidi, welcher ſich in entgegengeſetzter Richtung als jener bewegt.

Als ich die cylindriſche Röhre des Inſtruments unter einem Winkel von ungefähr 45° gegen den Horizont neigte, und deſſen Mitte in einer Entfernung von drei oder vier Zoll über der Spitze der Flamme eines Lichts hielt; ſo wurde die Bewegung des Fluidi in dem obern Theile der Röhre auſserordentlich ſchnell, indeſs die Flüſſigkeit in dem untern Theile und in der damit verbundenen Kugel gröſstentheils in vollkommener Ruhe blieb. Auch konnte ich das Fluidum in dem obern Theile der Röhre zum *wirklichen Kochen* bringen, ohne daſs die Hand an dem un-

Digitized by Google

tern Theile des Inſtruments merklich erwärmt worden wäre. Aber wenn ich die Flamme gegen den untern Theil der Röhre ſpielen lieſs, ſo wurde der ganze obere Theil derſelben, ſo weit ihn die Flüſſigkeit berührte, gar bald ſtark erhitzt, und zwar vorzüglich die oberſte Seitenlinie der geneigten cylindriſchen Röhre, wo der ſchnelleſte aufſteigende Strom längs dem Glaſe hinlief.

Die Bewegungen nach entgegengeſetzter Richtung in der Flüſſigkeit der Röhre waren bei dieſer ſtarken und ſo plötzlich erregten Hitze ganz vorzüglich ſchnell, und gaben ein ſehr unterhaltendes Schauſpiel; aber einem gelehrten Beobachter muſsten ſie noch mehr als unterhaltend ſeyn. Sie entſchleierten die Natur gleichſam auf der That, bei einer ihrer verborgenſten Operationen, und machten Bewegungen in einem ruhig ſcheinenden Medio, die vorher nie geſehen waren, und die man wahrſcheinlich nie vermuthet hatte, ſichtbar. Aufgemuntert durch dieſen Erfolg, und, was das intereſſante Factum, welches ich zu unterſuchen angefangen hatte, betrifft, in meiner Meinung beſtärkt, ging ich nun mit Vertrauen zu entſcheidendern Verſuchen über.

5.

Es iſt, wenn ich nicht irre, eine unter den Phyſikern allgemein angenommene Meinung:

Digitized by Google

dafs Wafſer, wenn es mit Eis in Berührung ſteht, nicht erwärmt werden kann. Als ich hierüber nachdachte, bemerkte ich bald, dafs entweder dieſes ein Irrthum ſeyn mufs, oder dafs alle meine Ideen, in Abſicht auf die Art, wie Wärme ſich in einer Flüſſigkeit verbreitet, falſch ſind. So lange Eis auf der Oberfläche des Waſſers ſchwimmt, welches in einem Keſſel über dem Feuer, (oder auf jede andere Art,) erwärmt werden ſoll, kann zwar, meiner Hypotheſe über die Verbreitung der Wärme gemäſs, die Waſſermaſſe nicht ſtark erwärmt werden: denn das eiskalte Waſſer, welches durch das Schmelzen des Eiſes entſteht, mufs hinabwärts ſteigen und ſich auf dem Boden des Keſſels ausbreiten, jedoch, bevor noch ſo viel Zeit verfloſſen iſt, um es merklich zu erwärmen, in ſeiner Reihe wieder dem eiskalten ſpäter entſtandenen Waſſer Platz machen; und ſo geht eiskaltes Waſſer, ſo lange Eis vorhanden iſt, und das Erwärmen fortdauert, in ununterbrochenem Strome hinab, daher ſich die Waſſermenge nicht ſtark erwärmen läſst.

Aber bei *der Hypotheſe, dafs Waſſer kein Wärmeleiter iſt*, der gewöhnlichen Bedeutung dieſes Ausdrucks gemäſs, (d. h.: „dafs die Wärme „nicht das Fluidum durchſtreichen kann, ausge„nommen, wenn ſie von den kleinen Partikeln

„des Fluidi selbst *hindurchgeführt* wird," die, „wenn die Wärme ihr specifisches Gewicht ver„ändert, sich in Bewegung setzen, und dann die „Wärme von Stelle zu Stelle *mit fortführen;*") *) bei dieser meiner Hypothese leuchtet es nicht ein, wie Eis, wenn man es nicht auf dem Wasser schwimmen läst, sondern an den Boden, oder sonst wo unter der Oberfläche des Wassers befestigt, auf irgend eine Art die Temperatur des darüber hegenden Wassers afficiren, oder es hindern kann, von andern Körpern die Wärme aufzunehmen.

Wäre Wasser ein Wärmeleiter, so würde es keinem Zweifel unterworfen seyn, dass das darin befindliche Eis Einfluss auf das Wasser nach allen Richtungen hin, haben müsse.

Die Metalle sind alle Wärmeleiter, und Herr Professor Pictet fand durch einen trefflichen und entscheidenden Versuch, **) dass in einer Stange Kupfer, 33 Zoll lang und senkrecht gestellt, die Wärme sich eben so wohl nach unten

*) *That Head cannot pass in,* (sollte wohl heissen: through,) *that Fluid, except when it is carried by its particles, which, being put in motion by the change it occasions in their specific gravity, transports it from place to place.*

**) *Essays de Physique, tome* 1, à Geneve 1790.

Digitized by Google

als nach oben zu ausbreitete, und zwar faſt mit gleicher Leichtigkeit. Kann daher gezeigt werden, daſs *die Wärme im Waſſer nicht hinabſteigt*, ſo wird ſchon dies allein, wie ich glaube, hinreichend ſeyn, um zu beweiſen, *daſs Waſſer kein Wärmeleiter iſt*.

Bei genauerm Nachdenken über die Natur des Fluidi, ſcheint es mir, als zeigten ſich hier einige Gründe, zu vermuthen, daſs die *Grundurſache*, und ich möchte ſagen, das *Weſen des Fluidi*, gerade auf dieſer Eigenſchaft beruhe, welche die Partikel der Körper, indem ſie flüſſig werden, erlangen, und wodurch allem Wechſel oder aller Communication der Wärme unter ihnen vorgebeugt wird. Aber wie dem auch ſeyn mag, immer giebt das Reſultat folgender Verſuche einen unwiderlegbaren Beweis für ein wichtiges Factum, in Abſicht der Art, wie ſich die Wärme im Waſſer verbreitet.

Verſuch 15. *)

Zu einem cylindriſchen Glaſe, 4,7 Zoll im Durchmeſſer und 14 Zoll hoch, ſchnitt ich eine

*) Ich weiſs nicht, ob dieſe Zahl ſich auf die vorhergehenden Verſuche in dieſem, oder auf die eben ſo wenig numerirten Verſuche des erſten Kapitels bezieht. d. H.

Digitized by Google

runde Scheibe Eis, welche beinahe so breit als der innere Theil des Glases, $3\frac{1}{2}$ Zoll dick, und $10\frac{1}{8}$ Unze schwer war. Ich schüttete darauf in das Glas 6 Pfund $1\frac{1}{4}$ Unze Troy-Gew. an kochend heifsem Wasser, legte die Eisscheibe sanft darauf, und fand, dafs sie in 2 Minuten 58 Sekunden vollkommen zerschmolzen war. Und so fand ich durch diesen Versuch, wie viel Zeit das Eis brauchte, um auf der Oberfläche des heifsen Wassers zu schmelzen.

Versuch 16.

Ich nahm eine Eisscheibe, der vorigen in allem gleich, und befestigte sie an den Boden desselben cylindrischen Glases durch ein Paar dünne elastische Stückchen Tannenholz, $\frac{1}{8}$ Zoll dick und $\frac{1}{4}$ Zoll breit, die etwas weniges länger als der innere Durchmesser des Glases waren, und, horizontal im Kreuze über der Eisplatte ins Gefäfs eingespannt, diese hinderten, in die Höhe zu steigen, als ich das kochende Wasser in das Glas goss. Um während des Eingiefsens das Eis gegen die Wärme zu schützen, bedeckte ich es mit einem runden Stücke starken Schreibepapiers, das ich nachher so sanft als möglich durch einen an der Seite befestigten Faden hinwegzog; und um das Glas bei der plötzlichen Berührung mit kochend

heifsem Waſſer vor dem Springen zu bewahren, ſchüttete ich zuerſt ein wenig kaltes Waſſer hinein, welches den Zwiſchenraum zwiſchen dem Eiſe und dem Glaſe ausfüllte und das Eis ¼ Zoll hoch bedeckte. Darauf erſt goſs ich das heifse Waſſer aus einem groſsen Theekeſſel, in welchem es gekocht war, nach der Mitte des runden Papiers, welches das Eis bedeckte. Das Glas wurde mit dem darin enthaltenen Eiſe und dem heifsen Waſſer, auf einen Tiſch, nahe an das Fenſter geſetzt, wo ich, ſo ſanft als möglich, das Papier von der Oberfläche des Eiſes wegzog, und mich dann in den Stand ſetzte, das Reſultat dieſes intereſſanten Verſuches zu beobachten.

Wenig Minuten reichten hin, mir zu zeigen, daſs meine Erwartung in dieſem Punkte nicht getäuſcht werden würde. Beim vorigen Verſuche war eine ähnliche Scheibe Eis in weniger als 3 Minuten gänzlich zerſchmolzen; aber bei dieſem war ſchon mehr als die doppelte Zeit verfloſſen, und noch hatte das Eis keine ſichtbaren Zeichen, an denen man den *Anfang des Schmelzens* hätte bemerken können. Die Oberfläche blieb glatt und glänzend, und das unmittelbar daran ſtoſsende Waſſer ſchien ganz in Ruhe zu ſeyn, obgleich die innern Bewegungen des heifsen Waſſers darüber, das ſeine Wärme den Seiten des Glaſes

Digitized by Google

und der Luft mittheilte, sehr heftig waren, wie ich ganz deutlich an einigen erdigen Partikeln oder andern Unreinigkeiten bemerkte, die von ungefähr im Wasser waren.

Ich beobachtete das Eis mit einer sehr guten Loupe, aber es dauerte lange, ehe ich einige Zeichen des Schmelzens bemerken konnte. Die Kanten der Scheibe blieben scharf, und die kleinen Partikelchen Staub, die nach und nach von dem heißen Wasser, so wie es kälter ward, präcipitirt wurden, blieben, sobald sie die Oberfläche des Eises berührten, ganz still darauf liegen.

Da das heiße Wasser aus der Küche gebracht wurde, so war es nicht vollkommen kochend, als ich es in das Glas goß. Nachdem es *eine Minute* im Glase gestanden hatte, tauchte ich ein Thermometer hinein und fand seine Temperatur 184° Fahrenh.

Nach Verlauf von 12 Minuten war die Temperatur einen Zoll unter der Oberfläche 170°; bei der Tiefe von 7 Zoll, oder einen Zoll über der Oberfläche des Eises war sie $169\frac{1}{20}$°; dagegen nur $\frac{3}{4}$ Zoll tiefer, oder $\frac{1}{4}$ Zoll über der Oberfläche des Eises, nur 40°.

Nach Verlauf von 20, von 35, von 60, von 75, von 90 und von 120 Minuten, von dem Augenblicke an gerechnet, als ich das kochende

Digitized by Google

Waſſer in das Glas goſs, wurde die Temperatur in den verſchiedenen Tiefen, anfangs an der Seite, nachher in der Mitte des Glaſes, folgender Maſsen befunden:

		An der Seitenwand des Glaſes gemeſſen				In der Achſe des Glaſes gemeſſen	
		nach 20′	nach 35′	nach 60′	nach 75′	nach 90′	nach 120′
Unmittelbar an der Oberfläche des Eiſes - - -		40°	40°	40°	40°	40°	40°
über dem Eiſe	½ Zoll - -	46°	76°	—	—	—	—
	1 Zoll - -	130°	110°	80°	82°	84°	76°
	2 Zoll - -	—	144°	118°	106°	115°	94°
	3 Zoll - -	159°	148°	128°	123°	116°	106°
	4 Zoll - -	—	—	130°	—	—	108°
	5 Zoll - -	—	148½°	—	—	—	—
	6 Zoll - -	—	—	—	—	—	108¼°
	7 Zoll - -	160°	149°	131°	—	117°	108½°

Als ich den Verſuch beendigte, ſchüttete ich das heiſse Waſſer vom Eiſe ab, wog das zurückgebliebene, und fand, daſs 5 Unzen 6 Gran Troy-Gew., (= 2406 Gran,) Eis geſchmolzen waren.

Nehme ich die mittlere Temperatur des Waſſers am Ende des Verſuchs zu 106° an, (welches offenbar noch etwas zu hoch iſt,) ſo erhellet, daſs die Maſſe des heiſsen Waſſers, (die 73¼ Unze wog,) während des Verſuchs wenigſtens um 78 Grad abgekühlt worden war, nämlich von der Temperatur 184° zu der von 106°. Nun iſt bekannt, daſs eine Unze Eis beim Schmelzen ſo viel Wärme

verſchluckt, als eine Unze Waſſer während der Abkühlung von 140° verliert. Bei einer Unze Waſſer, die um 78 Grade abgekühlt wird, ſtrömt folglich ſo viel Wärme aus, als nöthig ſeyn würde, $\frac{78}{140}$ einer Unze Eis zu ſchmelzen. Daher gaben die $73\frac{1}{4}$ Unze Waſſer, die während des Experiments um 78 Grade abgekühlt wurden, wenigſtens ſo viel Wärme her, als nöthig geweſen wäre, $\frac{73\frac{1}{4} \times 78}{140} = 40\frac{8}{10}$ Unzen Eis zu ſchmelzen. — Da nun das wirklich geſchmolzene Eis nur ungefähr 5 Unzen betrug, ſo ſieht man, *daſs weniger als der achte Theil von der Wärme, die das Waſſer verlor, dem Eiſe mitgetheilt wurde.* Den Reſt nahm die Luft mit fort.

Vergleicht man dieſen Verſuch mit dem vorhergehenden 15ten, in welchem dieſelbe Menge kochenden Waſſers gebraucht wurde, ſo erhellet, *daſs Eis mehr als achtzig Mahl langſamer unter* einer Maſſe kochend heiſsen Waſſers ſchmilzt, als wenn man es *auf* der Oberfläche deſſelben ſchwimmen läſst. Denn da in jenem Verſuche $10\frac{1}{2}$ Unze Eis in 2 Minuten und 58 Sekunden zerſchmolzen, ſo muſsten 5 Unzen in höchſtens 1 Minute 29 Sekunden zerſchmolzen ſeyn, und bei dieſem Verſuche wurden 2 Stunden oder 120 Minuten gebraucht, um 5 Unzen zu ſchmelzen.

Digitized by Google

Indeſs war das Eis *unter* dem heiſsen Waſſer doch *geſchmolzen*, wenn gleich ſehr langſam; und dieſer Umſtand allein wäre ſchon hinreichend geweſen, meine Hypotheſe über die Fortpflanzung der Wärme in flüſſigen Körpern umzuſtoſsen, hätte ich nicht Mittel gefunden, dieſes Factum auf eine genugthuende Art zu erklären, ohne deshalb meine vorigen Meinungen aufzugeben. Ungefähr eine halbe Stunde, nachdem ich das warme Waſſer bei dem letztern Verſuche in das Glas gegoſſen hatte, unterſuchte ich die Oberfläche des Eiſes, und nahm eine Erſcheinung wahr, die meine ganze Aufmerkſamkeit auf ſich zog. Ich bemerkte nämlich: daſs das Eis an der Oberfläche geſchmolzen war, nur die Stellen ausgenommen, wo es bedeckt, oder durch die platten Stäbchen Tannenholz, welche die Eisſcheibe auf dem Boden erhielten, gleichſam *beſchattet* war.

Wäre das Eis *allein* von dem unterſten der beiden Hölzer, das auf der Oberfläche des Eiſes unmittelbar auflag, beſchützt, und am Schmelzen gehindert worden, ſo würde mich das nicht ſehr gewundert haben. Da aber auch der Theil der Oberfläche beſchützt war, der ſenkrecht unter dem andern Holze lag, welches im Kreuze über das untere geſpannt war, und *das Eis*

Digitized by Google

nirgends als gerade nur an deſſen Kante berührte; ſo reizte dieſer Umſtand meine Aufmerkſamkeit. Fürs erſte konnte ich keine andere Erklärung für dieſe Erſcheinung finden, als daſs ich annahm, das Eis werde durch *wärmende Strahlen*, die vom Waſſer ausgehen, geſchmolzen, und die Theile des Eiſes, welche durch die Stäbchen von Tannenholz *beſchattet* waren, hätten keine Strahlen empfangen und deshalb nicht ſchmelzen können. Dieſe Erſcheinung frappirte mich ſo, daſs ich ſogleich folgende Verſuche anſtellte, lediglich in der Abſicht, dieſe Materie aufzuhellen.

Verſuch 17.

In ein cylindriſches Glas, $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer und 8 Zoll hoch, brachte ich eine runde Scheibe Eis, die $3\frac{1}{2}$ Zoll dick, und ſo breit war, daſs ſie nur eben in das Gefäſs ging, und legte auf die ebene Oberfläche des Eiſes eine runde Zinnplatte, ſo dünn ich ſie nur erhalten konnte, $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, die gerade das Eis bedeckte. Dieſe zinnerne Platte war, um ſie in ihrer Form und ganz eben zu erhalten, durch einen Draht, der rund um ſie herum ging, geſteift, hatte in der Mitte ein rundes Loch, 2 Zoll im Durchmeſſer, und wurde auf die Eisſcheibe durch einige dünne hölzerne Keile befeſtigt,

Digitized by Google

die zwiſchen ſie und die Seiten des Glaſes getrieben waren. Eine zweite runde Zinnplatte, mit einem runden Loche im Centro von 2 Zoll Durchmeſſer, welche in Allem mit der erſtern übereinkam, wurde auf dieſelbe Art mit hölzernen Keilen, 1 Zoll über der erſtern und mit ihr parallel befeſtigt, und nun das Glas in eine Stube gebracht, wo Fahrenheits Thermometer auf 34° ſtand. Darauf goſs ich erſt eiskaltes Waſſer hinzu, bis dieſes die obere Platte bedeckte, dann kochend heiſses, womit ich das Glas bis auf einen Zoll vom Rande füllte, bedeckte das Glas mit einem Brete und lieſs es zwei Stunden ganz ruhig ſtehen. Dann erſt wurde das noch warme Waſſer abgegoſſen, die runden Platten weggenommen und das Eis unterſucht.

In der Mitte der Eisplatte zeigte ſich eine runde Aushöhlung, die gerade ſo breit als das Loch in der Zinnplatte, welche das Eis bedeckte, nämlich 2 Zoll im Durchmeſſer war, dieſem Loche correſpondirte, vollkommen gut begrenzt und im Centro über $\frac{2}{10}$ Zoll tief ſchien.

Gerade das erwartete ich; aber noch war etwas mehr da, was ich nicht erwartet hatte, und welches ich mir lange nicht zu erklären wuſste. Ein jeder Theil der Oberfläche des Eiſes, der von der Zinnplatte bedeckt geweſen war, ſchien

Digitized by Google

vollkommen glatt und eben zu ſeyn, und zeigte keine Spur von Schmelzung oder Verminderung, nur eine Stelle ausgenommen, wo ſich ein Kanal, etwa einen Zoll breit und etwas weniges tiefer als $\frac{2}{10}$ Zoll, zeigte, der offenbare Spuren trug, von einem Strome warmen Waſſers gebildet zu ſeyn, welcher mitten aus der Höhlung im obern Theile der Eisſcheibe, nach deren Umfang gegangen war. Da die Kante, oder die vertikale Seite der Eisſcheibe, augenſcheinlich da, wo dieſer Strom über ſie wegging, abgerieben war, ſo konnte ſeine Richtung nicht zweifelhaft ſeyn, und er ging ſicherlich *aus* der runden Höhlung in der Mitte des Eiſes aus. Ob es gleich beim erſten Anblicke ſchwer ſcheinen mag, dieſe Thatſache zu erklären, und zu zeigen, wie das Waſſer an den Ort kommen konnte; ſo war es doch augenſcheinlich, daſs die unmittelbare Urſache der Bewegung dieſes Waſſerſtroms keine andere ſeyn konnte, als das gröſsere ſpecifiſche Gewicht deſſelben, gegen den übrigen Theil des Waſſers in derſelben Tiefe. Und daſs dieſes gröſsere ſpecifiſche Gewicht zugleich mit einem höhern Grade von Wärme begleitet war, iſt aus der Tiefe des Kanals klar, welchen der Strom in das Eis eingeſchmolzen hatte, indeſs die andern Theile in der Oberfläche des Eiſes von dem darauf ſtehenden Waſſer nicht

Digitized by Google

geſchmolzen waren. Um dieſen Punkt weiter ins Licht zu ſetzen, machte ich folgenden Verſuch.

Verſuch 18.

Ich hielt es für wahrſcheinlich, daſs, wenn die runde Aushöhlung in dem Eiſe, die dem runden Loche in der Mitte der bedeckenden und der zweiten einen Zoll höher befeſtigten Zinnplatte correſpondirte, durch die *ſtrahlende Wärme*, (wie man ſie uneigentlich nennt,) oder durch die Wärmeſtrahlen des warmen Waſſers eingeſchmolzen wäre; einige dieſer Wärmeſtrahlen, welche nach der Luft über dem Waſſer gingen, von der Oberfläche des Waſſers nach unten reflektirt ſeyn möchten. Daſs dieſer Theil der Strahlen das Eis nicht erreiche, ſuchte ich nun dadurch zu verhindern, daſs ich ſie von einem leichten ſchwarzen Körper verſchlucken lieſs, nämlich von einem runden Stücke eines Tannenbrets, das mit ſchwarzer Seide bedeckt war, und das ich auf der Oberfläche des Waſſers ſchwimmen lieſs. Wäre hierdurch das Schmelzen des Eiſes merklich verringert worden, ſo würde das ſtarken Grund gegeben haben, zu glauben, daſs dieſe Strahlen in der That die Urſache der zu erklärenden Erſcheinung ſind. Allein mit der gröſsten Sorgfalt konnte ich nicht bemerken, daſs

Digitized by Google

dieſe Bedeckung der Oberfläche des heiſsen Waſſers mit einem ſchwarzen Körper, irgend einen Unterſchied in dem Reſultate des Verſuchs verurſacht hätte.

6.

Nach einigem Nachdenken über dieſen Gegenſtand fiel mir ein, daſs das Schmelzen des Eiſes auf der Oberfläche ſich würde genugthuend erklären laſſen, ohne daſs man anzunehmen brauche, das Waſſer ſey entweder ein Wärmeleiter, oder die zu unterſuchende Wirkung werde durch wärmende Strahlen hervorgebracht.

Ob es gleich eines der allgemeinſten Naturgeſetze iſt: daſs alle Körper, ſowohl feſte als flüſſige, durch die Kälte verdichtet werden: ſo ſcheint doch in Hinſicht auf das Waſſer eine merkwürdige Ausnahme von dieſem Geſetze ſtatt zu finden. Waſſer wird, wie alle bekannte Körper, in der That bei jeder Temperatur, die beträchtlich höher als der Gefrierpunkt iſt, durch Kälte verdichtet; aber wenn es, indem es Wärme verliert, dem Froſtpunkte nahe kommt, hört das Verdichten auf, bis es in Eis verwandelt iſt. Iſt die Temperatur des Waſſers während der Abkühlung bis auf 40 Grad nach Fahrenheits Scale, oder bis 8 Grad über dem Gefrierpunkte geſunken; und wird es noch mehr

Digitized by Google

abgekühlt, ſo wird es dadurch nicht ferner verdichtet, ſondern *es dehnt ſich vielmehr aus*, und fährt fort, ſich immer auszudehnen, ſo wie es an Wärme verliert, bis es zuletzt gefriert. Selbſt in dem Augenblicke, wenn es feſt wird, und als feſter Körper, dehnt es ſich, ſo wie es kälter wird, immer mehr aus; eine Thatſache, die durch Herrn de Luc, in ſeiner vortrefflichen Abhandlung über die Modifikationen der Atmoſphäre, bekannt gemacht, und von Sir Charles Blagden *) weiter unterſucht und auſser allen Zweifel geſetzt worden iſt.

Da nun Waſſer bei der Berührung mit Eis immer die Temperatur von 32° hat, ſo iſt es klar, daſs Waſſer von dieſer Temperatur ſpecifiſch leichter ſeyn muſs, als Waſſer, das um 8 Grad wärmer, oder von einer Temperatur von 40° iſt; daher, wenn zwei Waſſermaſſen von dieſen beiden Temperaturen in demſelben Gefäſse enthalten ſind, die kälteſte und leichteſte nothwendiger Weiſe dem wärmern und ſchwerern Platz machen muſs, und die Ströme von warmen Waſſer in dem kältern *hinabgehen* werden.

Da in den beiden letzten Verſuchen die runde Zinnplatte, welche die Oberfläche des Eiſes be-

*) *Philoſophical Transactions*, Vol. 78.

Digitized by Google

deckte, dazu diente, die dünne Schicht Waſſer, die zwiſchen der Platte und dem Eiſe war, abzuſondern, indem ſie durch die Platte verhindert wurde, aufwärts zu ſteigen, und kein Grund zum Hinabſinken vorhanden war; ſo blieb dieſes wahrſcheinlich an ſeiner Stelle; und da es nun *eiskalt* war, ſo konnte es das Eis, worauf es ſtand, nicht ſchmelzen.

Da aber die Zinnplatte ein rundes Loch im Centro hatte, die Oberfläche des Eiſes alſo *auf dem Theile* bloſs war, und das damit in Berührung ſtehende eiskalte Waſſer durch das wärmere und ſchwerere Waſſer von oben her verdrängt wurde; ſo muſste durch dieſen hinabſteigenden warmen Strom eine Höhlung in Geſtalt eines flachen Beckens gebildet werden. Da indeſs mehr ſolches Waſſer vorhanden war, als das Becken faſſen konnte; ſo ſtrömte es ſogleich beim Entſtehen deſſelben auf der Seite, welche gerade die niedrigſte war, über den Rand des Beckens hinaus und bahnte ſich einen Weg unter der Zinnplatte hinweg, nach der Kante des Eiſes, an welcher es herunterfloſs und auf den Boden des Glasgefäſses fiel. Da das Waſſer dieſes kleinen Stroms warm war, ſo bildete es bald einen tiefen Kanal in dem Eiſe, und in der That fand ich am Ende des Verſuchs, daſs dieſer überall

Digitized by Google

tiefer als der Boden des Beckens, von wo er ausging, war.

Dieſe Art, die Erſcheinung zu erklären, ſchien mir völlig genügend, und je länger ich nachdachte, deſto mehr wurde ich in meiner Vermuthung beſtärkt: daſs alle *flüſſige Körper* nothwendiger Weiſe vollkommene *Nichtleiter der Wärme* ſeyn müſſen.

Da ſich aus dieſen Grundſätzen das Schmelzen des Eiſes unter dem warmen Waſſer in Verſuch 16, und die Langſamkeit, womit dieſes geſchah, ſo gut erklären lieſsen; ſo fuhr ich, im Vertrauen auf dieſen Erfolg, fort, noch entſcheidendere Verſuche auszuſinnen, durch die, — ich darf es behaupten, — die wichtigen Thatſachen, die wir hier unterſuchen, auſser allen Zweifel geſetzt ſind.

(Die Fortſetzung folgt.)

Digitized by Google

VIII.

ELECTRISCHE VERSUCHE
über verſchiedene Gegenſtände

von

Herrn *D.* van Marum
in Haarlem.

(Fortſetzung.)

Ob die Electricität die atmoſphäriſche Luft verdünnt?

Die abſtoſsende Kraft, welche zwiſchen Körpern, die auf einerlei Art, es ſey poſitiv oder negativ, electriſirt ſind, ſtatt findet, könnte uns auf die Vermuthung führen: daſs electriſirte Luft ſich ausdehnen, und durch das gegenſeitige Zurückſtoſsen ihrer Theile ſich verdünnen müſſe. Herr Volta erſuchte mich, hierüber Verſuche anzuſtellen, und ich glaubte ſeinem Verlangen auf folgende Art am beſten Genüge zu thun. Ich nahm einen gläſernen Ballon von ungefähr 9 Zoll Durchmeſſer, und lieſs ihn mit einem Stöpſel recht dicht verſchlieſsen. Durch dieſen ging ein kupferner Draht *ab*, (Taf. IV, Fig. 7,) deſſen zugeſpitztes Ende *b* ſich in der Mitte des Ballons befand, und der folglich die ihm mitgetheilte Electricität in die Luft, welche in dem Ballon

Digitized by Google

enthalten war, verbreitete. Um zu beobachten, ob ſich dieſe eingeſchloſſene Luft beim Electriſiren ausdehne, diente eine gekrümmte, an beiden Seiten offene, ½ Linie weite Röhre, in der ſich von *e* bis *f* Queckſilber befand, das, wenn die Luft in dem Ballon die geringſte Ausdehnung erlitt, ſteigen muſste, und in der That, wenn ich den Ballon nur mit der Hand erwärmte, in der Röhre ſtieg. Nachdem ich mich auf dieſe Art von der Empfindlichkeit des Apparats überzeugt hatte, brachte ich den Draht *ab* erſt mit dem poſitiven und nachher mit dem negativen Leiter in Verbindung. Aber beide Mahl konnte ich nicht das geringſte Steigen des Queckſilbers in der Röhre *cd* bemerken, welches beweiſet, daſs die electriſirte Luft nicht die geringſte Ausdehnung erlitt.

Prüfung der Electricität der Luft in dem Saale, wo die Maſchine in Bewegung geſetzt wird.

Nachdem Herr Volta gezeigt hatte, daſs die Flamme einer kleinen Wachskerze ein wirkſameres Mittel iſt, als die ſchärfſte metalliſche Spitze, um die ſchwächſten Grade der Electricität der Atmoſphäre zu beſtimmen; ſo bediente ich mich, auf ſeinen Vorſchlag, dieſes Mittels,

Digitized by Google

zugleich mit dem Electrometer des H. Sauſſure, um die Electricität der Luft in dem Saale, wo electriſirt wurde, zu unterſuchen. Die Luft war ziemlich trocken, als ich dieſen Verſuch machte, und ich ſah, daſs, nachdem die Maſchine fünf Minuten in Bewegung geweſen war, die ganze Luft im Saale electriſirt war. Obgleich der Saal ſehr groſs iſt, (ſeine Länge beträgt 60, die Breite 30, und die Höhe 40 Fuſs,) ſo war doch die Luft auf einen ſo hohen Grad electriſirt, daſs die kleinen Kugeln des Electrometers, in dem entfernteſten Theile des Saales, man mochte ſie nahe an die Decke oder an den Fuſsboden bringen, ſich uber einen halben Zoll von einander entfernten. Der Leiter wurde während dieſer Operation poſitiv electriſirt, und die Luft im Saale erhielt auch die nämliche Electricität. Die negative Electricität der Maſchine, die ich auf eben die Art an einem andern Tage verſuchte, theilte ſich der Luft im Saale viel langſamer mit.

Ob die Kraft des Leiters dieſer Maſchine ſich vermehren läſst, wenn man den Leiter verlängert.

Da Herr Volta der Meinung war, daſs man an electriſcher Kraft gewinnen könne, wenn man den Leiter der Teylerſchen Maſchine vergröſserte,

Digitized by Google

ſo verſuchte ich dieſes auf verſchiedene Art. Zuerſt verlängerte ich den Hauptleiter der Maſchine dadurch, daſs ich ihn mit einem andern Leiter, welcher gemeiniglich dazu gebraucht wurde, die Electricität vom erſten Leiter zu empfangen, in Berührung ſetzte. Das Electrometer am Hauptleiter zeigte aber, daſs dann die Electricität des Leiters von minderer Intenſität war. Auch waren die Funken faſt einen Zoll kürzer. Als ich die Wirkung dieſer Funken unterſuchte, konnte ich nicht bemerken, daſs ihre Kraft gröſser war, als die der Funken des ordentlichen Leiters.

Ich lieſs darauf zwei Cylinder von Pappe machen, jeden 16 Fuſs lang und 4 Zoll dick, und ſie mit Zinnfolie belegen. Dieſe hing ich an ſeidenen Schnüren ſo auf, daſs ſie den Leiter in gerader Linie verlängerten. Ans Ende dieſes verlängerten Leiters ſetzte ich wiederum den empfangenden Leiter, an welchem ich die Länge der Funken und ihre Wirkung verſuchte. Das Electrometer zeigte nicht ſo viel electriſche Kraft, als bei dem vorhergehenden Verſuche; die Funken waren über 5 Zoll kürzer; aber die Kraft dieſer Funken ſchien mir ein wenig gröſser, als die der Funken des gewöhnlichen Leiters. Dieſes bewog mich, an einem andern Tage, da das Wetter ſehr günſtig war, den Verſuch zu wiederholen,

und die Wirkung war faſt dieſelbe. Die Funken ſchienen ein wenig mehr Kraft zu haben; aber der Unterſchied war wenig beträchtlich, und ſie folgten langſamer auf einander, als vor der Verlängerung des Leiters.

Es erhellet alſo aus dieſen Verſuchen, daſs man gar keine Urſache hat, den Leiter dieſer Maſchine im gegenwärtigen Zuſtande zu vergröſsern. Wenn ſie aber an einem Orte ſtünde, wo die Luft gemeiniglich trockner iſt; ſo würde man durch Vergröſserung des Leiters wahrſcheinlich an Kraft gewinnen: denn die Maſchine giebt eine Menge electriſcher Materie, welche einen weit gröſsern Leiter anfüllen könnte, und jeder Funke, durch welchen ein Leiter ſich entladet, hat um ſo mehr Kraft, je mehr electriſche Materie der Leiter faſst. Da aber der Leiter in einem Saale ſteht, wo die Luft ſelten trocken iſt, ſo giebt die vergröſserte Oberfläche des Leiters dem electriſchen Stoffe um ſo viel mehr Gelegenheit, ſich in die Luft, die ihn umgiebt, zu zerſtreuen; und ich zweifle nicht, daſs man es allein dieſem Umſtande zuſchreiben muſs, daſs durch Vergröſserung des Leiters dieſer Maſchine dem Anſcheine nach nichts an electriſcher Kraft gewonnen wird.

* * *

Digitized by Google

ZUSATZ

zu den Verſuchen, welche beweiſen, daſs im electriſchen Fluido Wärmeſtoff vorhanden iſt. *)

Was die Erhitzung der Körper betrifft, welche in den Strom der electriſchen Materie gebracht werden, oder auf die man electriſche Funken führt, ſo fiel mir ein, ob dieſe Erhitzung nicht bei ſchlecht leitenden Körpern viel beträchtlicher, als bei andern ſeyn möchte, und ob nicht die electriſchen Funken eine gröſsere Erhitzung hervorbringen würden, wenn man ſie durch ſchlechte Leiter führte. Ich machte den Verſuch mit verſchiedenen Arten von Holz, indem ich Latten von der Dicke eines Zolles, und 11 Zoll lang, zwiſchen die empfangende Kugel, auf welche die Funken des Leiters gingen, und einen andern Leiter legte, welcher mit dem dicken Leitdrahte am Boden in Verbindung ſtand. Ich ſah ſogleich meine Muthmaſsung beſtätigt. Denn als die Funken 3 oder 4 Minuten lang, theils durch, theils längs einer Latte von *Roth-Tannen* gegangen waren, ſo war dieſe dadurch ſehr merklich erwärmt. Ich ſtellte ein Thermometer auf dieſe Latte und ſetzte die Kugel deſſelben, welche ungefähr

*) S. *Neues Journal der Phyſik*, Band III, Seite 1.

Digitized by Google

2 Linien im Durchſchnitte hatte, in ein Loch, welches zu dem Ende in die Mitte dieſer Latte eingeſchnitten war. Als ich darauf den Verſuch wiederholte, bemerkte ich, daſs das Thermometer in 3 Minuten von 61 bis 88, und in 5 Minuten bis 112 Grad ſtieg.

Der Strahl ging ſehr oft unter der Oberfläche dieſes Holzes weg und beſchädigte es alsdann, ſo daſs beſtändig Splitter herumflogen; ahmte alſo, auf eine ſehr ähnliche Art, eine der Wirkungen des Blitzes nach.

Endlich verſuchte ich auch noch *die Wirkung der electriſchen Materie auf den Phosphor, in dem leeren Raume des Barometers*, auf dieſelbe Art, wie das in den angeführten Verſuchen mit andern Stoffen geſchehen war. Ich bemerkte bald, daſs ein elaſtiſcher Stoff hervorgebracht wurde, welcher das Fallen des Queckſilbers verurſachte; dieſes fiel aber nur ſehr langſam. Nach einer halben Stunde war es beinahe um 4 Zoll gefallen, und alsdann fiel es gar nicht mehr. Als ich dieſen Verſuch im Dunkeln machte, bemerkte ich, daſs der electriſche Stoff, wenn er durch dieſe Röhre ging, ein ganz beſonderes *Licht* von ſich gab, das gröſstentheils von einer grünlich-gelben Farbe, in der Mitte aber, und da, wo der dichteſte Strom der electriſchen Materie

Digitized by Google

ging, ſo wie an der Oberfläche des Phosphors, von einem lebhaften Roth war. Hingegen ſah man unmittelbar, nachdem der Funken durchgegangen war, weder am Phosphor noch in dem leeren Raume der Röhre Licht.

Die erzeugte Luft hatte ihre ganze Elaſticität ſogar noch den folgenden Tag. Als ich darauf ein wenig atmoſphäriſche Luft in die Röhre lieſs, ſah ich ſogleich den ganzen leeren Raum der Röhre über dem Queckſilber erleuchtet: woraus man abnehmen kann, daſs die Luft, welche durch den electriſchen Funken aus dem Phosphor abgeſchieden war, ein *Phosphorgas* iſt; doch war die Luftmenge zu geringe, als daſs ich hätte unterſuchen können, ob ſie eben ſo beſchaffen iſt, als das Phosphorgas, deſſen Zubereitung Herr Gengembre in dem *Journal de Phyſique*, 1785, zuerſt beſchrieben hat.

Digitized by Google

IX.

MATHEMATISCHE CORRESPONDENZ aus *Nicholſons Journal der Phyſik.*

Seit dem April 1797 erſcheint unter dem Titel: *A Journal of Natural Philoſophy, Chemiſtry and the Arts, by William Nicholſon*, monathlich ein Heft von 6 Bogen, im gröſsten Quart, mit Kupfern, und unter fortlaufenden Seitenzahlen, ſo dafs 12 Stück einen Band ausmachen, die für 1½ Pf. St. verkauft wird. Es enthält theils Original-Aufſätze, theils Auszüge aus den Schriften der gelehrten Geſellſchaften in Gröſsbritannien, theils Ueberſetzungen aus franzöſiſchen Zeitſchriften und Werken, und iſt durchgängig zweckmäſsig abgefafst. Alles wichtige Phyſikaliſche aus demſelben wird der Leſer auch in dieſen Annalen finden. Jedes der erſtern Hefte enthält unter der Ueberſchrift: *Mathematical Correſpondance*, ein Paar mathematiſche Aufgaben, zum Nachdenken der Leſer, und erſt die folgenden Hefte geben Antworten, die zur Beantwortung derſelben eingeſchickt ſind. Hier ein Paar ſolcher Fragen zur Probe:

Erſte Frage von J. B. Die Hälfte einer gegebenen geraden Linie a in eine gegebene Menge n von Theilen x, y, z u. ſ. w. ſo einzutheilen, dafs der erſte dieſer Theile und die ganze Linie, der zweite Theil und die Linie weniger dem erſten Theile, der dritte Theil und die Linie weniger den beiden erſten Theilen, u. ſ. f., (x, a, y, $a - x$, z, $a - x - y$, u. ſ. w. in geometriſcher Progreſſion ſtehn. — Wird in Heft 3, durch rechnende Analyſis aufgelöſt: $x = \left(1 - \frac{1}{2^{\frac{1}{n}}}\right) a$.

Zweite Frage vom Cap. W. Mudge. Die Centrifugalkraft eines Körpers, der ſich im Kreiſe bewegt, durch Fluxionsrechnung, und nicht, wie Neuton in ſeinen Principien, aus der Lehre der Indiviſibeln abzuleiten. — Eine Frage, die man in Deutſchland nicht aufgeworfen hätte.

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

ERSTER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

VERBESSERUNG
des
Bennetſchen Electrometers
von
WILL. NICHOLSON. *)

Den Phyſikern, die ſich mit der Electricität beſchäftigen, iſt das *Electrometer von* Bennet hinreichend bekannt. **) Zwei Streifen von Goldblättchen vertreten darin die Stelle von Cantons Korkkügelchen, und zeigen den geringſten Grad von Electricität und ihre Beſchaffenheit an. Dieſes vortreffliche Inſtrument ſcheint noch zweier Verbeſſerungen zu bedürfen: einmal, um es ohne Gefahr für die Goldblättchen tragbar zu

*) Aus deſſen *Journal of Natural Philoſophy* etc., No. 6, 1797.

**) Siehe unter andern Grens Aelteres *Journal der Phyſik*, B. I, S. 380.

Digitized by Google

machen; zweitens, um die verſchiedenen Grade, bis zu welchen es electriſirt iſt, auf einer angebrachten Scale unterſcheiden zu können.

Die Goldblättchen gegen die Gefahr des Zerreiſsens beim Tragen zu ſichern, hat mir bisher, alles Nachſinnens ungeachtet, noch nicht recht gelingen wollen. Ein Streifen von Blattgold lieſse ſich vielleicht durch eine Büchſe ſichern, die rings umher nicht weit davon abſtünde. Befeſtigt man aber den Goldſtreifen an das eine Ende eines vergoldeten Holzes, deſſen Oberfläche ganz die Geſtalt des Blättchens hat, ſo bewegt ſich dieſes, bei ſeiner auſserordentlichen Biegſamkeit, ſehr leicht längs dem Holze auf und ab, und erhält Falten, wenn man das befeſtigte Ende um wenige Grade über das untere Ende des Holzes hinüber beugt. Noch weniger möchte es möglich ſeyn, die Goldblättchen zwiſchen zwei andere Blätter oder Küſſen zu bringen, ohne ſie zu zerreiſsen. Doch werde ich darüber noch Verſuche anſtellen, ſo bald ich wieder auf dieſe Materie komme.

Das Gewicht eines Goldblättchens in Bennets Electrometer beträgt ungefähr 0,06 Gran, doch iſt dieſes nach der Geſtalt und Gröſse des Streifens und nach der Dicke des Goldes verſchieden. Eben deshalb möchte es eine vergebliche

Digitized by Google

Mühe seyn, auf Mittel zu sinnen, zwei solche Electrometer übereinstimmend und mit einander vergleichbar zu machen. Alles, was sich thun läßt, ist: die verschiedenen Intensitäten der Electricität genauer zu bestimmen, sofern diese entweder durch die Divergenz der Goldstreifen, oder durch die Entfernung, aus welcher die Blättchen an ein Paar nicht-isolirte Metallstäbe schlagen, angezeigt werden.

Auf Tafel V, Fig. 7, stellt *A* den isolirten metallenen Hut des Electrometers vor, von welchem bei *C* die beiden scharf zugespitzten Goldblättchen herabhängen. *BB* ist das sie umgebende Glas, welches den Hut *A* trägt, und die Bewegung der äußern Luft von den Blättchen abhält. *DD* sind ein Paar flache Messingstäbe, die sich um eine gemeinschaftliche Achse, gleich den Schenkeln eines Zirkels, drehen, und sich dadurch einander nähern, oder von einander entfernen lassen. Durch Hülfe von Stahlfedern werden sie aus einander gedrückt. Die Mikrometerschraube *E* dient, sie einander sanft und allmählig zu nähern. Zu dem Ende sind an die Mutterschraube, welche sich längs der Spindel hinauf bewegt, zwei stählerne Arme in entgegengesetzten Punkten des Durchmessers befestigt, und das Ende jedes derselben ist durch einen Stift mit

Digitized by Google

einer der beiden Meſſingſcheiben verbunden, welche die beiden Meſſingſtäbe tragen.

Dieſe Schraube iſt in Figur 8 in einer andern Lage, wie ſie, von oben herabgeſehen, erſcheint, abgebildet. *KL* iſt ein Meſſingſtück, welches der ganzen Vorrichtung als Geſtell oder Rahmen dient, und die untere Oeffnung des Electrometers *FF* ſchlieſst. *IH* bedeutet die cylindriſchen Meſſingſcheiben, welche die Meſſingſtäbe tragen und drehen. An der Seite der Mutterſchraube *G* ſieht man einen der beiden ſtählernen Zugarme, die dieſe cylindriſchen Stücke drehen; der andere liegt auf der entgegengeſetzten Seite, und iſt mithin nicht ſichtbar. Bei *L* ſieht man die beiden zurückdrückenden Stahlfedern. Die übrigen Theile bedürfen keiner Beſchreibung.

Bei der gewöhnlichen Einrichtung des Goldblatt-Electrometers werden zwei Stanniolſtreifen an die entgegengeſetzten Seiten der innern Fläche des Glaſes *BB* geklebt, gegen welche die Goldblättchen ſchlagen, wenn ſie den gröſsten Grad von Electricität erreicht haben. Entfernt man die Meſſingſtäbe *DD* ſo weit von einander, als möglich, ſo zeigt dieſes verbeſſerte Electrometer gerade ſo das Maximum von Electricität. Iſt dagegen die Electricität, die durch Berührung mit der leitenden Luft, oder irgend einer andern

Digitized by Google

Quelle der Electricität erzeugt wird, ſo geringe, daſs man aus der Lage der Goldblättchen nicht mit Sicherheit ſchlieſsen kann, ob ſie electriſirt ſind, oder nicht, ſo nähert man die Meſſingſtäbe vermittelſt der Mikrometerſchraube einander allmählig, bis ſie durch ihre Anziehung die Divergenz der Goldblättchen hinreichend vermehren, um uns in den Stand zu ſetzen, die Art der Electricität dieſer Blättchen auszumitteln. In dieſem Falle, ſo wie in allen andern, zeigt der Grad der Eintheilung auf dem Kopfe der Mikrometerſchraube, welcher in dem Augenblicke, da die Goldblättchen an die Stäbe hinanfahren und ſie ſchlagen, dem feſten und unbeweglichen Zeiger gegen über ſtehen, an, ob die Electricität von einer ſtärkern oder geringern Intenſität war.

Digitized by Google

II.

ELECTRISCHE ERFAHRUNGEN
über verſchiedene Gegenſtände

von

Herrn Dr. van MARUM
in Haarlem.

(Beſchluſs.) *)

Wirkung der groſsen Batterie auf Bäume.

Schon Nairne hat 1773 Verſuche über die Wirkung einer Batterie von 50 Quadratfuſs Be-

*) Ich ziehe unter dieſer Ueberſchrift das Intereſſanteſte aus den Erfahrungen kurz zuſammen, die ſich, auſser den von Gren bereits mitgetheilten, in der *Seconde Continuation des Expériences, faites par le moyen de la Machine Electrique Teylerienne par* VAN MARUM, *Harlem* 1795, 391 Seiten, 4., Franzöſiſch und Holländiſch, mit 5 Kupfertafeln, finden. Vieles aus dieſem Werke war ſchon im Aeltern *Journale der Phyſik*, (B. IV, S. 1; B. VI, S. 37 und 360,) und im *Neuen Journale der Phyſik*, (Band III, S. 1,) mitgetheilt. Dies und das Allgemein-Intereſſante dieſer ins Groſse gehenden electriſchen Verſuche, beſtimmte wahrſcheinlich den ſel. Gren, ungeachtet der deutſchen Ueberſetzung dieſes Werks, die wichtigſten, von ihm noch nicht benutzten Aufſätze in dem er-

Digitized by Google

legung, auf verſchiedene Pflanzen, unter andern auch auf den *Lorberbaum* und die *Myrte*, angeſtellt. Alle Zweige der Pflanzen, durch welche der electriſche Schlag ging, ſtarben, früher oder ſpäter, je nachdem die Pflanze mehr oder weniger ſaftreich war. Bei einem Lorberzweige fingen erſt 15 Tage nach dem Verſuche, die Blätter an, gelb zu werden und abzufallen, und an der Myrte erſtarben erſt nach einem Monate einige kleine Zweige in der Krone. *)

Dieſe intereſſanten Verſuche wiederholte ich mit einer Batterie von 550 Quadratfuſs Belegung, und zwar an jungen abgeſchnittenen, 8 Fuſs langen Aeſten der gemeinen *Weide*, einer Baumart, welche die kraftvolleſte Vegetation hat, und in der das vegetabiliſche Leben am meiſten zu leiden vermag, bevor es erliſcht.

Im April 1791, gerade als dieſe Aeſte anfingen kleine Zweige zu treiben, leitete ich den electriſchen Schlag 15 Zoll weit durch die Mitte zweier, und durch das obere Ende zwei anderer ſolcher Weidenäſte; denn in gröſserer Länge ihn

ſten Hefte dieſer Annalen überſetzt zu liefern. Durch das Gegenwärtige wird die Benutzung der van Marumſchen Schrift für dieſes Journal vollſtändig.

*) *Philoſoph. Transact.*, Vol. 64, p. 1.

Digitized by Google

durch den Aſt zu führen, wollte mir nicht gelingen. Dieſe Aeſte wurden darauf gepflanzt. Die electriſchen Stellen trieben gar keine Zweige. Das obere Ende der in der Mitte electriſirten trieb zwar einige Tage lang kleine Zweige, aber viel langſamer als nicht-electriſirte, und auch dieſe Zweige ſtarben in wenigen Tagen ab. Hingegen trieben die nicht-electriſirten Stellen eben ſo gut Knospen, als die daneben gepflanzten nicht-electriſirten Weiden. — Dieſe Verſuche zeigen alſo, daſs die Vegetation, ſelbſt in den Pflanzen, worin ſie am kräftigſten und am ſchwerſten zu tödten iſt, durch einen hinlänglich ſtarken electriſchen Schlag zerſtört wird. Auch iſt ihre Wirkung der des Blitzes auf Bäume, ſehr ähnlich, da auch der vom Blitze getroffene Baum bald abſtirbt.

Verkalkung der Metalle durch den electriſchen Schlag.

Dieſe Verſuche ſtellte ich 1788 mit der Batterie von 225 Fuſs Belegung, als eine Fortſetzung der Verſuche, an, die ich 1786 gemacht und in der *Premiere Continuation* etc. beſchrieben habe, und wiederholte ſie, und die frühern, mit der groſsen Batterie von 550 Quadratfuſs Belegung, ohne daſs ſich dabei eine weſentliche Verſchiedenheit gezeigt hätte.

Digitized by Google

Die Erſcheinungen bei *Halbmetallen* wichen nur wenig von den mit ganzen Metallen ab. Da die Halbmetalle zu ſpröde ſind, als daſs ſich Draht aus ihnen ziehen lieſse, ſo ſuchte ich ſehr dünne Platten davon zu erhalten, um ſie in kleine Streifen zu zerſchneiden, welches aber nur mit *Zink* und *Wismuth* gelang. Als electriſche Schläge von verſchiedener Stärke hindurchgeführt wurden, ſtieg das verkalkte Metall in Geſtalt eines dicken Rauches auf, und ſetzte ſich an das darüber gehaltene Papier in Blumen an, die an Farbe und Zeichnung denen des Eiſens glichen, welche in der *Premiere Continuation* etc. auf Tafel 3 abgebildet ſind. Dieſe Metalle bei ſchwächerer Ladung in glühende Kügelchen zuſammen zu ſchmelzen, gelang nicht. — Dieſelben Erſcheinungen erfolgten, als ich gereinigtes *Spieſsglaspulver* in einer Linie auf Papier legte und den electriſchen Schlag hindurchführte; doch zerſtob das Meiſte vor dem Calciniren.

Darauf lieſs ich die Halbmetalle mit ſo viel Zinn miſchen, daſs ſie dehnbar genug wurden, um ſich in Draht, $\frac{1}{36}$ Zoll dick, ziehen zu laſſen. Zu dem Ende muſste zum *Zink* 2, zum *Kobalt* 8, zum *Wismuth* 24 und zum *Spieſsglaſe* 12mal ſo viel Zinn geſetzt werden, als man von dieſen Halbmetallen nahm. Beim Verkalken dieſer Gemiſche

Digitized by Google

durch den electrischen Schlag, zeigte sich nichts auszeichnendes. Das verkalkte Metall ging theils als Dampf fort, theils bildete es auf dem darüber gehaltenen Papiere allerlei Figuren, denen einiger unvermischten Metalle ähnlich. Im einzigen Spiefsglasdrahte schien das Zinn seine merkwürdige Eigenschaft, in kleine Kügelchen zu zerstieben, die sich auf eine sehr besondere Art calciniren, behalten zu haben.

Um über diese Eigenschaft noch weitern Aufschlufs zu erlangen, verfuhr ich mit Gemischen aus *Zinn* und den *edeln Metallen* auf dieselbe Art. Um Draht, $\frac{1}{10}$ Zoll dick, zu erhalten, mufste ich auf 1 Theil *Silber* 8, und auf 1 Theil *Gold* 32 Theile Zinn nehmen. So geringe in diesen Gemischen auch der Antheil der edeln Metalle war, so verlohr doch das Zinn jene Eigenschaft.

Darauf liefs ich Draht, $\frac{1}{15}$ Zoll dick, aus gleichen Theilen von *Gold* und *Silber*, von *Gold* und *Kupfer*, und von *Silber* und *Kupfer* ziehen. Ich war sehr verwundert, zu sehen, wie beim electrischen Schlage diese Gemische zum Theil in kleine glühende Kugeln zerstoben, die im Wegrollen auf dem Papiere Flecke in gerader Linie hinterlassen hatten. Sie verloren indefs so schnell ihre Glühröthe, dafs man sie kaum gewahr wurde.

Digitized by Google

Auch mit der groſsen Batterie gelang es mir nicht, *Zinn-* oder *Zink-*, oder *Silberamalgama*, das in kleinen Strahlen auf Papier gelegt wurde, oder *Queckſilber* in ſehr dünnen Glasröhren zu verkalken.

Ein *Platindraht*, $\frac{3}{75}$ Zoll dick, ſchien beim electriſchen Schlage dieſelbe Schmelzbarkeit als Silber zu haben. Das Platin wurde in einen grauen, ſehr feinen Staub verwandelt, der ähnliche Zeichnungen, wie Eiſen, auf dem Papiere bildete, und der dem Eiſenkalke ſo ähnlich war, daſs ich ihn für wahren Platinkalk halten muſs, bis man durch Verſuche das Gegentheil beweiſen wird.

Obgleich dieſe fortgeſetzten Verſuche über das Verkalken der Metalle, auf keine ſo merkwürdigen Erſcheinungen führten, als es anfangs ſchien, ſo ſetzte ich ſie doch ſo lange fort, bis alle Hoffnung verſchwand, dabei etwas Lehrreiches und Neues zu entdecken.

Was ich bei meinen vorigen Verſuchen für unmöglich gehalten hatte, dünne Glasröhren zu finden, die den Durchgang des electriſchen Schlags, ohne zu zerbrechen, ertrügen, um in ihnen die Verkalkung der Metalldrähte vorzunehmen, und durch den Gewichtsverluſt der Luft in der Röhre zu beweiſen, daſs ihr Sauerſtoff ſich

Digitized by Google

an das Metall gesetzt, und dieses beim Durchgange des electrischen Schlags wirklich verkalkt habe, ist seitdem den Herren Deiman und van Trooſtwyk gelungen. Ihre Versuche beweisen, dass bei *Gold* und *Silber* die Luft nichts an ihrem Gewichte verliert, diese beiden Metalle folglich nicht wirklich verkalkt werden. *) Was mich betrifft, so habe ich mich auch nachher umsonst bemüht, Glasröhren aufzutreiben, die den Durchgang des electrischen Schlags meiner Batterie vertrügen, und ich habe daher diese Versuche nicht wiederholen können. Ob ich gleich keinesweges daran zweifle, dass diese Physiker ihre Versuche richtig beschrieben haben: so bleibt mir doch der Zweifel: ob nicht ihre Batterie von 135 Quadratfuss Belegung, welche nicht einmal $\frac{3}{8}$ Zoll weite Glasröhren zerbrach, **) nur zu schwach war, um die Verbindung des Sauerstoffs mit den edeln Metallen zu bewirken; und ob man berechtigt sey, daraus zu schliessen, dass

*) *Beschryving van eene Electrizeer - machine, Amst.* 1789, S. 68.

**) Von Glasröhren, die 4 Zoll weit, $\frac{1}{2}$ Zoll dick, und nicht verschlossen, sondern nur durch Wasser gesperrt waren, brachen vier, bei zwölf Entladungen der 225füssigen Batterie.

Digitized by Google

eine so viel stärkere Batterie, wie die meinige, diese Verkalkung auch nicht bewirken könne.

Versuche für Blitzableiter.

Aus meinen ehemaligen Versuchen über den Grad der Schmelzbarkeit verschiedener Metalle durch die electrische Materie, glaubte ich schliessen zu müssen, dass, wenn gleiche Längen eines *Bleistreifens*, eines *Eisendrahts* und eines *Kupferdrahts* den Wirkungen einer electrischen Batterie in gleichem Grade widerstehen sollen, ihre Querschnitte in dem Verhältnisse von 4, zu 1, zu $\frac{1}{2}$ stehen müssen; und ich baute darauf die Behauptung: dass, wenn man bei einem Blitzableiter statt der Eisenstangen sich eines *Bleistreifens* oder *kupferner Stangen* bedienen wollte, man darauf sehen müsse, dass der Bleistreifen einen viermal grösern Querschnitt als die Eisenstange, die man sonst genommen hätte, erhalte; indess die Kupferstangen nur eines halb so grosen Querschnitts als die Eisenstangen bedürfen.

Als ich jene Versuche mit meiner grosen Batterie wiederholte, fand ich sie in Absicht des *Bleies* völlig bestätigt. Gerade so Herr Brook, der auch meiner ungefähren Berechnung beistimmt, nach welcher ein 4 Zoll breiter Streifen des dicksten Dachrinnenbleies, wovon der Qua-

Digitized by Google

dratfuſs ungefähr 8 Pfund wiegt, vollkommen zu Blitzableitern hinreicht, indem der ſtärkſte Blitz ſie ſchwerlich zu ſchmelzen vermag.

In Abſicht des *Kupfers* erhielt ich dagegen ein vom vorigen ſehr verſchiedenes Reſultat. Bei meinen vorigen Verſuchen widerſtanden ein Eiſendraht, $\frac{1}{30}$ Zoll dick, und ein Kupferdraht, $\frac{1}{80}$ bis $\frac{1}{55}$ Zoll dick, der Entladung gleichmäſsig. Eine Ladung, welche 36 Zoll Eiſendraht von Nr. 1, $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmeſſer, zum Glühen brachte, doch ohne ihn zu zerreiſsen, ſchmolz hingegen jetzt einen gleich langen Kupferdraht, $\frac{1}{75}$ Zoll dick, in kleine Kügelchen zuſammen, zerriſs einen $\frac{1}{60}$ Zoll dicken Kupferdraht, und völlig widerſtand ihr erſt ein Kupferdraht, $\frac{1}{55}$ Zoll dick. Dieſer Unterſchied rührte von den verſchiedenen Graden der Reinheit des Kupfers her. Der Draht bei den letztern Verſuchen war aus Kupfer, wie man es gewöhnlich kauft; der bei den erſtern Verſuchen aus geläutertem Kupfer, wie man es zum Legiren des Goldes braucht, gezogen. — Wiederholte Verſuche mit verſchiedenen Kupferſorten berechtigen uns indeſs doch, im Durchſchnitte anzunehmen: daſs ein Leiter von Kupfer und einer von Eiſen den electriſchen Strom einer Entladung, oder den Blitz, gleich gut leiten, wenn der Querſchnitt der Kupferſtange halb ſo

Digitized by Google

groſs iſt, als der der Eiſenſtange. Da nun die Erfahrung gelehrt hat, daſs Eiſenſtangen, die ½ Zoll breit und dick ſind, dem ſtärkſten Blitze widerſtehen; ſo brauchen kupferne Blitzableiter höchſtens vier Linien breit und dick zu ſeyn. Und eben wegen dieſes Umſtandes ſind ſie in manchen Fällen den eiſernen vorzuziehen.

Das electriſche Feuer, welches ſich rings um einen dünnen Draht bei Entladungen zeigt, (Heft 1, S. 86,) ſchien mir ſtark genug, um brennbare Körper, welche den Draht berühren, zu entzünden. Um dieſes durch Verſuche auszumachen, band ich einen Eiſendraht auf eine völlig trockene und ſtark erwärmte Latte von Rothtannen Holz, und leitete den electriſchen Schlag hindurch. Sie wurde nur an den beiden Enden des Drahts ein wenig gebrannt. Als ich aber den Draht mit Zunderſchwamm dicht umband, und nun die Ladung der Batterie hindurchgehen lieſs, loderte der Schwamm der ganzen Länge nach auf.

Führt man folglich einen Blitzableiter längs Holz oder längs dem Tauwerke eines Schiffs herab, ſo iſt es nicht hinreichend, ihn bloſs ſo ſtark zu machen, daſs der Blitz ihn nicht ſchmelze oder zerreiſse; denn die electriſche Materie kann dann doch noch die daran liegenden brennbaren

Digitized by Google

Körper entzünden. Das geſchieht aber nicht bei dickern Leitern.

Da das Reiſsblei (*Plombagine*) gar nicht, oder doch nur ſehr ſchwer ſchmilzt, ſo hatte Patterſon in Philadelphia vorgeſchlagen, daraus die Spitzen der Blitzableiter zu verfertigen, um ſie gegen das Zuſammenſchmelzen zu ſichern. Allein das würde ohne Nutzen ſeyn, da das dichteſte Reiſsblei von einer Ladung meiner groſsen Batterie pulveriſirt wird. Ueber dies habe ich ſchon 1785 gezeigt, daſs die Blitzableiter mit Spitzen, vor denen ohne Spitzen, eben keinen beträchtlichen Vorzug haben.

Ob einige Stoffe durch Funken aus dem Conductor der Teylerſchen Maſchine zerſetzt oder ſonſt merklich verändert werden?

Bei den Verſuchen, die ich in den Jahren 1785 und 1787 mit einigen Gasarten angeſtellt hatte, waren zwei dieſer Stoffe, das Salpetergas und das alkaliſche Gas, durch electriſche Funken zerſetzt worden. Mehrere Phyſiker glaubten, dieſes möchte auch wohl mit andern Stoffen der Fall ſeyn, deren Beſtandtheile man vielleicht auf dieſem Wege beſſer möchte kennen lernen, und ſchlugen verſchiedene flüſſige und feſte Körper

Digitized by Google

vor, die sie auf diese Art behandelt zu sehen wünschten.

Ich bediente mich zu diesen Versuchen gläserner Röhren 13 bis 14 Zoll hoch und 0,3 bis 0,4 Zoll weit, deren eines Ende zugeschmolzen, und mit einem leitenden Drahte aus Platin versehen war. Diese Röhren füllte ich so mit Queckſilber, daſs, wenn der zu prüfende Stoff auf das Queckſilber einen Zoll hoch geschüttet wurde, die Röhre bis auf einen halben Zoll angefüllt war, kehrte darauf die Röhre um, und setzte sie in ein Gefäſs mit Queckſilber, welches Taf. IV Fig. 6, bei *b* abgebildet ist. Dieses Gefäſs brachte ich unter einen isolirten Conductor *c*, der auf der Glasröhre *d* steht, und mit einer Messingplatte *e* versehen ist, so daſs, wenn man das Ende der Röhre *a* durch ein Loch in dieser Messingplatte steckt, die Röhre, welche den Conductor fast berührt, senkrecht erhalten wird. Setzt man diesen Conductor einige Zoll weit vom Conductor der Maschine, und bringt das Queckſilber *b* mit dem Boden in Verbindung, so werden die Funken, die auf ihn überspringen, durch die Glasröhre geleitet. Die Luftschicht, welche in der Röhre über dem zu untersuchenden Stoffe blieb, dient dazu, daſs der Funken, der durch den Platindraht geht, in Form von Strah-

len auf den zu prüfenden Stoff komme, welches oft mehr Wirkung thut, als wenn der Draht den Stoff selbst berührt; nur muss diese Luftschicht nicht aus atmosphärischer Luft, sondern aus einer Gasart bestehen, welche der electrische Funken nicht zersetzt, z. B. aus Lebensluft oder Luftsäure (*Mofet*), damit die Salpetersäure, welche der electrische Funken aus der atmosphärischen Luft abscheidet, nicht die Resultate des Versuchs verwirre.

Im Falle der zu prüfende Stoff sich mit dem Queckssilber zersetzt, wie z. B. manche Säure, fülle ich die Röhre ganz mit dieser Säure, setze sie umgekehrt in ein Gefäss, welches dieselbe Säure enthält, und führe einen Platindraht in die Röhre, bis einen Zoll tief unter der Oberfläche der Säure, welcher die Stelle des Queckssilbers vertritt. Die erstere Vorrichtung will ich mit *A*, die letztere mit *B* bezeichnen.

Stark concentrirte Schwefelsäure, im Apparate *B*, eine Viertelstunde lang den positiven oder den negativen electrischen Funken ausgesetzt, litt keine Veränderung, auch wenn die Glasröhre stark erhitzt wurde. Eben so wenig das gemeine *Vitriolöhl.*

Rauchende Salpetersäure gab in fünf Minuten zwei Zoll eines luftförmigen Stoffs, wovon aber

Digitized by Google

nach einer Viertelſtunde nur noch ſehr wenig übrig war, und den ich deshalb für Salpeterſäure halte, welche der Wärmeſtoff des electriſchen Stromes in luftförmigen Zuſtand verſetzt hatte. Uebrigens ſchien die Säure unverändert. Die *gewöhnliche Salpeterſäure* gab gleichfalls einen halben Zoll Luft, welche gleichfalls bald, nachdem man mit dem Electriſiren aufhörte, verſchwand. Eben ſo die *rauchende* und die *gewöhnliche Salzſäure*. Aus der *oxygenirten Salzſäure* entwickelte ſich dagegen gar keine Luft; welches zeigt, daſs der Wärmeſtoff des electriſchen Fluidi ſich nicht leicht mit dem Sauerſtoffe luftförmig verbindet.

Zerfloſſenes kohlenſaures Gewächsalkali im Apparate *A* eine Viertelſtunde lang electriſirt, litt gar keine Veränderung. Dagegen gab *kohlenſaures Ammoniak* eine ſolche Menge Luft, daſs die Glasröhre in fünf Minuten ganz damit angefüllt war. Dieſe Luft war zum Theil Waſſerſtoffgas, der Reſt Stickgas; und man ſieht hieraus, daſs die Zerſetzung des Ammoniaks in ſeine beiden luftförmigen Beſtandtheile, unter dem Drucke der Atmoſphäre faſt eben ſo ſchnell, als im luftleeren Raume gelingt. *)

*) *Neues Journal der Phyſik*, B. III, S. 1 f.

Digitized by Google

Lackmuſstinktur eine halbe Stunde lang electriſirt, veränderte ihre Farbe nicht; daher im electriſchen Strome keine Säure iſt.

Die ſtärkſten Funken auf *glühenden Salpeter*, den ich über dem Feuer in beſtändigem Fluſſe erhielt, eine Viertelſtunde lang geleitet, bewirkten nicht die geringſte Detonnation, und der Salpeter war nach dem Verſuche nicht im mindeſten alkaliſirt.

Salzſaures Silber (*Luna cornea*), woraus ſich im Sonnenlichte Sauerſtoffgas entbindet, gab im Apparate *A*, oder im leeren Raume des Barometers electriſirt, gar keine Luft.

Eben ſo wenig erfolgte eine Fällung, als ich im Apparate *B* die *Auflöſungen* von Silber, Kupfer, Eiſen, Blei oder Queckſilber in Salpeterſäure, oder die Auflöſungen von Gold und Zinn in Königswaſſer unterſuchte. Bei den Auflöſungen des Silbers, Bleies, Zinnes und Queckſilbers entwickelte ſich ein Viertel- bis ein halber Zoll Luft, die aber nach dem Electriſiren bald verſchwand. Die Kupferauflöſung verſchluckte einen Viertelzoll Luft. Die nicht ſehr unterrichtenden Reſultate dieſer Verſuche machten mir keine Luſt, noch mehrere Stoffe auf dieſe Art zu behandeln.

Digitized by Google

Wiederherſtellung der Metalle aus den Metallkalken durch electriſche Funken.

Meine Verſuche mit Metallkalken hatten mich belehrt, daſs viele dieſer Kalke durch Abfeuerung der Batterie, die ſich im Jahre 1785 bei der Teylerſchen Maſchine befand, wenn man das electriſche Fluidum in gehöriger Menge darauf leitet, reducirt werden. Dieſes veranlaſste mich, zu verſuchen: ob auch durch die bloſsen electriſchen Funken dieſer Maſchine, ſich Metallkalke reduciren lieſsen; und, wenn mir dieſes glückte, weiter zu unterſuchen: ob jeder Metallkalk bei ſeiner Reduction Luft von ſich giebt, und wie dieſe Luft beſchaffen iſt. Ich bediente mich dazu eben ſolcher Glasröhren, wie zu dem vorigen Verſuche, füllte ſie mit dem Metallkalke und führte den Platindraht ſo weit hinein, daſs er nur drei Zoll von dem an das Ende der Röhre angelötheten Platindrahte entfernt war, ſo daſs der Funken durch den Metallkalk bis auf eine Entfernung von drei Zoll von dieſem letztern Drahte geleitet wurde. Das Uebrige der Vorrichtung war wie bei dem Apparate *A* der vorigen Verſuche.

Rother Bleikalk (Mennig) auf dieſe Art in einer Röhre von ungefähr einem halben Zolle im

Digitized by Google

Durchmeſſer behandelt, wurde ſogleich reducirt, ſo daſs man nach einigen Minuten das wiederhergeſtellte Blei, welches ſich an die Oberfläche der Röhre angeſetzt hatte, genau unterſcheiden konnte. Bei dieſer Reduction entſtanden in zwanzig Minuten ungefähr drei Viertel - Kubikzoll Luft, wovon mehr als der dritte Theil kohlenſaures Gas war. Der Ueberreſt, mit Salpeterluft unterſucht, litt nicht ſo viel Verminderung als die atmoſphäriſche Luft.

Weiſser Bleikalk (Bleiweiſs) auf eben die Art unterſucht, wurde in wenig Minuten reducirt, ſo daſs man auch Blei an der innern Oberfläche der Röhre ſah, aber in geringerer Menge, als bei dem vorigen Verſuche. Die hervorgebrachte Luft war auch nicht ſo beträchtlich, übrigens von derſelben Beſchaffenheit.

Zinnkalk (Zinnaſche) auf eben die Art behandelt, wurde nicht reducirt; auch kam keine Luft zum Vorſchein, ob ich gleich eine halbe Stunde die Funken darauf leitete.

Rother Eiſenkalk (*Crocus martis*) reducirte ſich auch nicht im geringſten.

Rother Queckſilberkalk durch Feuer erzeugt (*Mercurius praecipitatus per ſe*) wurde ſogleich durch die electriſchen Strahlen wider hergeſtellt. Das Queckſilber zeigte ſich an der innern Oberflä-

Digitized by Google

che der Röhre in Geſtalt eines ſchwarzen Pulvers, das gröſstentheils aus kleinen Queckſilberkügelchen beſtand, die durch das Mikroſkop ſehr ſichtbar waren. Die Luft, die bei dieſem Verſuche hervorgebracht wurde, war in zu geringer Menge, als daſs man ſie hätte unterſuchen können. Vergebens bemühte ich mich, ſie durch fortgeſetztes Electriſiren zu vermehren, da der Funken gröſstentheils durch das hergeſtellte Queckſilber geleitet wurde, das ſich an die Röhre geſetzt hatte, und deshalb nur wenig Wirkung hatte.

Ich hielt es für überflüſſig, dieſe Verſuche mit andern Metallkalken fortzuſetzen, weil die gemachten Verſuche ſchon hinreichend das beweiſen, was man daraus beweiſen kann. Die electriſchen Funken, wenn ſie eine hinreichende Kraft haben, ſind vermögend, die Metalle zu reduciren, das heiſst: den Sauerſtoff, der ſich mit dem Metalle vereinigt hatte, davon zu ſcheiden. Dieſer müſste, vermittelſt des Wärmeſtoffs, den das electriſche Fluidum hinzuführt, *Sauerſtoffgas* erzeugen; und wenn man dieſe Reduction der Kalke durch electriſche Funken lange genug fortſetzen könnte, um dadurch eine hinreichende Menge Luft zu bekommen und um ſie gehörig unterſuchen zu können, ſo würde ſich unſtreitig auch dieſes Sauerſtoffgas finden, und dann

Digitized by Google

dieſe Wiederherſtellung der Metalle einen Beweis mehr abgeben, daſs die Metalle bloſs durch die Vereinigung des Sauerſtoffs mit ihnen verkalkt werden. Aber ſobald bei dieſen Verſuchen ein wenig Metallkalk reducirt iſt, gehen die Funken durch das wiederhergeſtellte Metall, und wirken daher nicht mehr, oder doch nur ſehr wenig, auf den Metallkalk, und ſind nicht mehr vermögend den Sauerſtoff davon zu ſcheiden und Luft daraus zu bilden. Die Luft, welche zu Anfang dieſer Verſuche hervorgebracht wird, kann über dies nicht einmal als entſtanden aus der Vereinigung des Wärmeſtoffs mit der Baſis der Luft, welche aus den Kalken erzeugt wird, betrachtet werden: denn die Luft, die man anfangs erhält, iſt ſicher gröſstentheils nichts anderes, als Luft, die ſich an die Metallkalke angeſetzt hatte, ohne mit ihnen chemiſch verbunden zu ſeyn. Und daher ſchreibt ſich unſtreitig der gröſste Theil der Luft, die ich aus den rothen und weiſsen Queckſilber- (Blei-?) Kalken erhielt.

Bemerkungen über groſse Batterien und die Art, ſie zu entladen.

Nairne, der ſich 1773 einer Batterie von funfzig Quadratfuſs Belegung bediente, bemerkte, daſs, wenn er ſie mit einem gewöhnlichen

Digitized by Google

Entlader von geringer Länge entlud, häufig Gläſer ſprangen, daſs er aber bei einem fünffüſsigen Entlader davor ſicher ſeyn konnte. Er räth daher, dem Leiter, deſſen man ſich als Entlader bedient, wenigſtens fünf Fuſs Länge zu geben. Dieſe Länge reichte bei der 135füſsigen Batterie, deren ich mich zuerſt bei der Teylerſchen Maſchine bediente, zu, nicht aber bei der 225füſsigen. Um die groſse 550füſsige von Cuthbertſon gebaute Batterie zu entladen, diente ein achtzehn Fuſs langer Leiter: *) und ſelbſt dieſer war manchmal noch zu kurz; denn dreimal zerbrach eine Flaſche der Batterie bei der Entladung, als der Entlader, der auf einem gläſernen Fuſse neben der Batterie ſteht, mit der Bleiplatte unter der Batterie durch einen dicken Kupferdraht verbunden wurde. Nahm ich aber ſtatt des dicken Drahts mehrere dünne Metalldrähte, thieriſche Körper, oder andere Leiter, in denen der electriſche Strom mehr Widerſtand fand, ſo zerbrach keine Flaſche. Doch wird dadurch auch die Kraft des Schlags etwas vermindert.

Ueberdies muſs der Entlader bei groſsen Batterien den electriſchen Strom aus der Mitte der Batterie ableiten. Als ich ihn anfangs auf eine

*) *Annalen der Phyſik*, Stück I, S. 73.

Digitized by Google

der Kugeln am Ende der Batterie führte, ſprang bei jedem Entladen eine Flaſche am andern entfernteſten Ende. Seitdem der Entlader in der Mitte auffällt, geſchieht das nicht.

Herrn Brooks Bemerkung, daſs belegte Flaſchen gegen die Gefahr des Zerſprengens geſichert ſind, wenn man die Metallbelegung nicht unmittelbar auf das Glas, ſondern zwiſchen beide Papier legt, fand Herr van Marum zwar beſtätigt. Er lieſs bei einigen Flaſchen von einem Quadratfuſse Belegung allein die äuſsere, bei andern die äuſsere und innere Belegung zugleich, mit Papier unterlegen, und in beiden Fällen ſprang die Flaſche bei der ſtärkſten Ladung nie. Aber eine groſse, auſsen mit dem ſtärkſten Schreibepapiere unterlegte Batterieflaſche, wurde nicht nur, dem Electrometer nach, langſamer als eine gewöhnliche, nicht mit Papier unterlegte, geladen, ſondern auch, da beide Ladungen gleiche Intenſität hatten, wurde ein Draht Nr. 2, den die Entladung der letztern Flaſche bis zum Schmelzen glühend machte, durch die Entladung der mit Papier unterlegten Flaſche nicht einmal roth. — Bei dünnerm Papiere nahm zwar die Kraft der Entladung zu, blieb aber immer ſchwächer, als bei den gewöhnlichen Flaſchen ohne Papier. Um daher nicht die Kraft der Bat-

Digitized by Google

terie zu ſchwächen, nahm Herr van Marum bei den Flaſchen keine Papierunterlage, und bei den vorhin erwähnten Vorſichtsanſtalten ſind auch ihm keine Gläſer geſprungen.

Bei einigen Verſuchen mit Ladungen von ſehr verſchiedener Stärke bemerkte Herr van Marum, daſs der Rückſtand der Entladung einer Batterie bei einer partiellen Ladung gröſser, als bei einer vollſtändigen Ladung ſey. Der Rückſtand einer Ladung von fünf Gr., ſchien ihm zweimahl ſo groſs zu ſeyn, als der bei einer Ladung von funfzehn Gr.

Erſcheinungen an einer Glasſcheibe, welche auf einer Seite gerieben wird.

Da ich hoffte, aus dieſen Erſcheinungen einigen Aufſchluſs zu bekommen, wie Electricität durch Reibung erzeugt werde, ſo unterſuchte ich ſie im Februar 1790. Was ich bemerkte, läſst ſich aus der Franklinſchen Theorie erklären, entſprach aber meinen Erwartungen nicht.

Die Erſcheinungen ſind an Stärke ſehr verſchieden, je nachdem der Theil des Leiters, der die Electricität aufnimmt, ſie bloſs von der geriebenen Seite der Scheibe, oder von der nicht-electriſirten Seite, oder von beiden Seiten zugleich empfängt.

Digitized by Google

I. Wenn der Conductor auf der entgegengeſetzten Seite des Reibezeugs an der Glasſcheibe ſteht.

1. Wird in dieſer Lage die Scheibe nur an Einer Seite gerieben, ſo zieht die andere, in den Theilen, welche dem Reibezeuge *AB*, Taf. VI, Fig. 1, und dem damit verbundenen Tafte *cdef* gegen über liegen, die electriſche Materie an. Dieſes ſieht man deutlich an den Strahlenbüſcheln, die aus dem Finger oder einem andern Leiter ausgehen, wenn man ſie an dieſe Stelle hinhält. Eine belegte Flaſche, deren Kugel man dorthin bringt, wird im Innern negativ electriſirt.

2. Entfernt man ſich von der Stelle, die dem Reibezeuge gegen über liegt, ſo wird die Anziehung electriſcher Materie immer ſchwächer, und hört in einer Linie *hi*, in einer beſtimmten Entfernung vom Reibezeuge, ganz auf. Zwiſchen dieſer Linie und dem einſaugenden Leiter *gg*, wird hingegen das, was man an die geriebene Seite der Scheibe hält, poſitiv electriſirt; und dieſe poſitive Electricität iſt deſto ſtärker, je mehr man ſich dem einſaugenden Leiter nähert.

Die Entfernung der Linie *hi* vom Reibezeuge richtet ſich nach dem gröſsern oder mindern Zufluſſe von electriſcher Materie nach der geriebenen Seite. Hält man z. B. an die nicht-gerie-

Digitized by Google

bene Seite, dem Reibezeuge gegen über, den Rand einer Metallplatte hin, welche schnell electrische Materie hinzuführt, so wird die nicht-geriebene Seite schon dicht beim Reibezeuge oder gleich jenseits der Metallplatte positiv electrisch. Findet sich dagegen kein guter Leiter dem Reibezeuge gegen über, so ist die Glasscheibe bis auf eine kleine Entfernung vom einsaugenden Conductor negativ-electrisch. Und zwar erlangt in diesem letztern Falle die nicht geriebene Seite eine sehr beträchtliche negative Electricität, welches nicht der Fall ist, wenn die einsaugenden Theile des Leiters an die geriebene Seite der Glasscheibe, oder an beide Seiten zugleich anliegen.

3. Diese beträchtliche negative Electricität, welche die nicht-geriebene Seite annimmt, wenn der einsaugende Conductor auf der entgegengesetzten Seite steht, und dem Reibezeuge gegen über sich kein guter Leiter befindet, verursachte eine mir unerwartete und sehr sonderbare *Erscheinung*. Bei jeder dritten bis fünften Umdrehung der Glasscheibe, ging aus dem Ende des Reibezeugs, welches über die Glasscheibe hinaus stand, ein beträchtlicher Strahl heraus, und verbreitete sich in verschiedenen Aesten über die Stelle der nicht-geriebenen Seite, die dem Reibe-

Digitized by Google

zeuge gegen über lag. Manchmahl ſprang auch ein beträchtlicher Funken aus einem der einſaugenden Theile des Leiters nach dieſer Stelle hin. — Steht das Reibezeug nicht über die Glasplatte hervor, ſo zeigt ſich das Phänomen doch auch, wenn man, dem Reibezeuge gegen über, an die nicht-geriebene Seite einen abgerundeten Leiter hält. — Die Zweige des Funkens zeigen ſehr deutlich, daſs er nicht aus der Glasplatte kommt, ſondern nach jener Stelle hinfährt, und daſs dieſe daher die electriſche Materie ſehr ſtark anzieht. Ich weiſs nicht, daſs jemand dieſes ſchöne electriſche Phänomen vor mir wahrgenommen hätte.

4. Jenſeits des einſaugenden Conductors, zeigt die nicht-geriebene Seite gar keine Electricität, weder poſitive noch negative.

5. Sobald die Scheibe nicht mehr gedreht wird, zieht die ganze nicht-geriebene Seite electriſche Materie an; ſie iſt folglich negativ-electriſch. Dagegen iſt die geriebene Seite poſitiv-electriſch. Beide Electricitäten zeigen ſich viel ſtärker, wenn man gute Leiter beiden Seiten nähert, wie das auch bei belegten Gläſern der Fall iſt. — Daſs die nicht-geriebene Seite die electriſche Materie anzieht, ſieht man auch ſehr deutlich, wenn man eine belegte Flaſche nahe an den

Digitized by Google

Conductor hält, doch ſo, daſs ſie ihn nicht berührt. Die electriſche Materie verbreitet ſich dann in Strahlenbüſcheln aus dem Conductor, über die nicht-geriebene Seite.

6. Häſt man an die eine Seite der Scheibe eine leitende Ebene mit der Hand, und berührt mit der andern die zweite Seite, ſo erhält man einen Schlag, wie von einer geladenen Flaſche.

II. Liegen die einſaugenden Theile des Leiters auf der Seite des Reibezeugs, ſo iſt die Anziehung, oder die negative Electricität der nicht-geriebenen Seite, dem Reibezeuge gegen über, viel ſchwächer als im vorigen Falle; und zwar iſt ſie in dem Augenblicke, da das Reiben anfängt, am ſtärkſten, nimmt aber bald ab, und erreicht nie eine beträchtliche Gröſse. Die Linie *hi* fällt viel näher an das Reibezeug, *h* oft nur einen halben Zoll davon. Sonſt iſt Alles wie im erſtern Falle. Eben ſo, wenn die einſaugenden Theile des Conductors an beiden Seiten der Glasſcheibe liegen; nur daſs dann alle dieſe Erſcheinungen viel ſchwächer ſind.

Digitized by Google

III.

BEITRÄGE
zur Hygrometrie

von

M. A. F. LÜDICKE,

Lehrer der Mathematik an der churfürſtlichen Landſchule zu Meiſsen.

1. *Bemerkungen über den Mechanismus des Sauſſürſchen Hygrometers.*

Da ich mich ſchon vor und in dem Jahre 1782 mit hygrometriſchen Verſuchen beſchäftigt, und in dieſer Abſicht wiederholte Verſuche mit ausgeſottenen und breit gepreſsten *Federſpulen*, mit ſehr dünnen Längenſchnitten von *Fiſchbein*, mit ausgeſottenen *Pferdehaaren* und mit dünnen Längen- und Querſchnitten von *Elfenbein* nach und nach und in dieſer Ordnung angeſtellt, ſie aber wegen der unſichern und zum Theil ſchädlichen Beſtimmung des trocknen Punktes nach der Lambertſchen Art *) bei Seite gelegt hatte: ſo waren

*) *Lambert* in ſeiner *Hygrometrie*, (Augsburg 1774) giebt die Vorſchrift, den Punkt der vollkommenen Trockenheit unter der Glocke einer Luftpumpe zu beſtimmen, indem man ſie zu wiederholten

die *Sauſſürſchen* Verſuche für mich eine ſo angenehme Erſcheinung, daſs ich ſehr bald deſſen Hygrometer mit der Scheibe nachmachte *) Weil es mir aber an einer hinlänglich hohen

Malen auspumpt. Allein, vermiede man auch dabei die Hinderniſſe, die aus den Dämpfen unter der Glocke entſtehen, ſo zeigt doch das Hygrometer alsdann nur den höchſten Punkt, bis auf welchen es ſich überhaupt austrocknen läſst, nicht aber den Stand bei der höchſten Trockenheit der umgebenden Luft und der höchſten durch ſie bewirkbaren Austrocknung. Lambert blieb indeſſen nicht bei dieſer Methode: „Ich meines Theils", ſagt er in der Fortſetzung ſeiner Hygrometrie, (Augsburg 1775,) „habe mich begnügt, die äuſserſten Grade durch eine Reihe von Beobachtungen, die ich einige Jahre hindurch gemacht habe, zu beſtimmen. Es giebt nämlich Tage im Jahre, welche die äuſserſte Trockenheit, andere, welche die gröſste Feuchtigkeit anzeigen, die Zwiſchengrade zeigen dann die gröſsere oder geringere Feuchtigkeit." So wird aber das Hygrometer ſehr unzuverläſſig und ſchwankend. *d. H.*

*) *Eſſai ſur l'Hygrometrie par Mr.* DE SAUSSÜRE, Neufchatel 1783. 8. Ueberſetzt von Titius, Leipzig 1784. Auch de Lucs Beurtheilung des Sauſſürſchen Hygrometers in GRENS *Journal der Phyſik*, B. V, S. 372. Es beſteht bekanntlich aus einem in mildem Mineralalkali geſottenen Menſchenhaare, deſſen Enden beide von Klöhchen, (Pincetten,) gehalten werden, das untere von ei-

Glasglocke fehlte; ſo konnte ich dem Haare nur eine Länge von ſechs Zoll geben. Damit jedoch der Bogen auf der Scheibe, zwiſchen den beiden äuſserſten Punkten, durch dieſe Verkürzung nicht zu klein werden möchte, gab ich der Welle in dem Grunde der Schraubengänge einen kleinern Durchmeſſer als Sauſſüre; er betrug 0,045

nem feſten, das obere von einem doppelten beweglichen Klöbchen, deſſen unteres Maul das Haar, deſſen oberes hingegen einen ſehr feinen Silberlahn faſst, der in einigen vertieften Windungen um eine Welle geſchlagen, und in ſie durch einen kleinen Keil befeſtigt iſt. Ein leichter Zeiger ſteckt auf dem einen Zapfen der Welle und weiſt an der dahinter liegenden, in 360° getheilten Scheibe, den Zuſtand der Luft in Abſicht der Feuchtigkeit. Um das Haar zu ſpannen, hängt an der Welle ein kleines Gegengewicht an einem Seidenfaden. Dieſes wird heraufgezogen, wenn ſich das Haar verkürzt, und ſinkt und ſpannt das Haar, wenn dieſes ſich verlängert. Das Haar ſelbſt läſst ſich nicht wohl um die Welle ſchlagen, weil es ſich ſonſt kräuſelt, ſo daſs das kleine Gegengewicht es nicht mehr ſtraff anzuſpannen vermag. Die Punkte der gröſsten Feuchtigkeit und Trockniſs werden unter einer Glasglocke beſtimmt, die im erſten Falle mit Waſſer beſprengt und geſperrt, im zweiten auf ein ſtark erhitztes, mit Gewächsalkali bedecktes Blech geſetzt wird, und dieſes giebt den Fundamentalabſtand auf der Scheibe. *d. H.*

Digitized by Google

pariſer Zoll, mit dem Mikrometer gemeſſen, der im vorigen Stücke der Annalen beſchrieben iſt.*) Anſtatt des ſilbernen Lahnes bei Sauſſüre, bediente ich mich des feinſten Silberdrahtes; theils weil er mir weicher ſchien, theils weil man eine Schraube anwenden kann, bei welcher die Gänge in der Tiefe rund ſind. Der Durchmeſſer des Silberdrahtes betrug 0,002, da hingegen einige Menſchenhaare 0,001 bis 0,0015 Zoll im Durchmeſſer hielten. Der hinterſte Zapfen war 0,0165, der vorderſte aber 0,028 Zoll ſtark, weil dieſer Zapfen den Weiſer tragen muſste. Welle und Zapfen waren von Stahl gehörig fein gedrehet und polirt; deſſen ungeachtet war die Friction für das kleine Gewicht, welches das Haar ziehen ſollte, zu groſs.

Damit nun der vorderſte Zapfen eben ſo fein als der hinterſte werden konnte, änderte ich die Einrichtung dahin ab; daſs der Weiſer nicht auf den Zapfen, ſondern auf die Welle geſteckt wurde. Zu dieſem Ende ward vor der Scheibe ein beſonderer Arm, welcher das vorderſte Zapfenloch enthielt, ſo befeſtigt, daſs der Weiſer zwiſchen dieſem Arme und der Scheibe ſich frei bewegte. Nunmehr konnte der vordere Zapfen

*) *Annalen der Phyſik*, Stück 2, Auffatz 2.

bis auf die Dicke von 0,016 Zoll abgedrehet werden.

Um die Gröſse der Friction zu beſtimmen, hing ich das Klöbchen, welches 12 As *) wog, vermittelſt des feinen Silberdrahtes in die Schraubengänge und ein eben ſo groſses Gegengewicht an die Welle an. Die Welle nebſt dem Weiſer wogen 13 As, und ich fand, daſs das Gewicht des Klöbchens bis auf 6 As vermehrt werden konnte, ohne ſich zu bewegen, daſs es ſich aber bei $6\frac{3}{4}$ As zu bewegen anfing. Da nun dieſe 6 As beinahe 5 Gran geben, und 3 bis 4 Gran zum Anziehen des Haares erfordert werden, ſo folgt, daſs das Gegengewicht um 8 bis 9 Gran ſchwerer als das Klöbchen ſeyn müſſe, und daſs das Haar, wenn es ſich ausdehnt, von 3 bis 4 Gran, wenn es ſich aber zuſammenziehet, von 8 bis 9 Gran angezogen werde. Es würde die Friction kleiner geweſen ſeyn, wenn ich die Verſuche mit noch neu polirten und mit Oehl verſehenen Zapfen angeſtellt hätte; allein ſie wäre nicht die Friction eines Inſtruments geweſen, welches der Feuchtigkeit und allen Veränderungen der Luft ausgeſetzt iſt.

Dieſes Hygrometer fand ich jedoch ziemlich brauchbar, nachdem ich es mit einem ausgelaug-

*) Ein Leipziger Pfund hält 9716 As. L.

ten Haare verſehen, das kleine Gewicht um 8 Gran ſchwerer als das Klöbchen gemacht, und beide Punkte nach der Vorſchrift beſtimmt hatte; bemerkte aber dieſelbe Unbequemlichkeit, welche Sauſſüre §. 3 und 17 anführt, daſs der Weiſer nicht genau auf denſelben Punkt kommt, wenn das Inſtrument bewegt worden, und daſs es bei Beſtimmung des feuchten Punktes ein wenig erſchüttert werden muſs. Dieſe Unbequemlichkeiten ſind zum Theil der Steifheit des ſilbernen Lahnes oder Drahtes, und zum Theil der Friction zuzuſchreiben; aber ſie ſind nicht die einzigen, welche von der Einrichtung des Inſtruments ſelbſt hergeleitet werden müſſen. Denn die Ausdehnungen der meſſingenen Säulchen, des ſilbernen Lahnes und der Klöbchen in der Wärme haben hierbei einen nicht zu vernachläſſigenden Einfluſs.

Herr von Sauſſüre fand, nach §. 27, an dem hierzu gebrauchten Hygrometer, wo die Rolle 3 Linien im Halbmeſſer hielt, daſs ſich der Weiſer in einer Wärme von 22 Graden um einen halben Grad zurück bewegte, und ſchloſs hieraus, daſs ſich das Haar um 0,02618 einer Linie ausgedehnt habe. Wenn dieſer Schluſs vollkommen richtig ſeyn ſollte, ſo müſste man vorausſetzen können, daſs an dem Inſtrumente kein Metall angebracht wäre, welches die Bewegung des Wei-

Digitized by Google

fers nach dieſer Richtung hätte bewirken können. Nun iſt es zwar ſehr richtig, daſs die Ausdehnung der meſſingenen Säulen dem Weiſer eine entgegengeſetzte Richtung mitgetheilt haben würde, weswegen Sauſſüre ſehr richtig, um die ganze Ausdehnung des Haars in der Wärme zu finden, dieſe Ausdehnung der Säulchen zur beobachteten Ausdehnung hinzurechnet; ob er gleich anſtatt der Ausdehnung des Zinnes, die des Meſſings, welche nach Herbert auf 22 Grad *) Wärme 0,000473 und auf 1 Grad nur 0,000021 der Länge beträgt, hätte annehmen ſollen. Allein die ſchädlichſte Ausdehnung, welche nach der beobachteten Richtung eine Bewegung des Weiſers veranlaſſen muſs, hat Sauſſüre übergangen; ich meine die Ausdehnung des Silberblättchens und der beiden Klöbchen.

Die Ausdehnung des Silbers nach Herbert beträgt auf 22 Grad Wärme 0,000519 der ganzen Länge. Wenn man nun annimmt, daſs das Silberblättchen in der ganzen Länge nicht gröſser

*) Mit Herrn von Sauſſüre nehme ich an, daſs die Grade des Queckſilberthermometers mit den Graden der Ausdehnung eines Metalls im Verhältniſſe ſtehen; welches freilich, genau genommen, nicht richtig iſt, aber ſo lange beibehalten werden muſs, bis man dieſes Verhältniſs kennt. L.

Digitized by Google

gewesen sey, als dass es $1\frac{1}{2}$ Schraubengang hätte einnehmen können, wiewohl man, nach der Figur zu urtheilen, mehr annehmen muss: so wird die Länge des Silberblättchens für den Halbmesser von 3 Linien 28,26 Linien betragen, welche auf 22 Grad Wärme, die Ausdehnung von 0,01466 einer Linie geben. Die beiden Klöbchen, deren Länge man, nebst der Schraube des untern, füglich 14 Linien setzen kann, dehnen sich nach Herbert in dieser Wärme um 0,00662 einer Linie aus, und beide Ausdehnungen zusammengenommen geben die Ausdehnung von 0,02128 einer Linie, welche von der beobachteten Ausdehnung nur um 0,0049 einer Linie abweicht. Aber dieser Unterschied ist so klein, dass er noch nicht $\frac{1}{100}$ eines Grades auf der Scheibe giebt, und also nicht bemerkt werden konnte.

Hieraus glaube ich ziemlich sicher schliessen zu dürfen, dass die Ausdehnung des Silberblättchens und der Klöbchen das Zurückgehen des Weisers um einen halben Grad veranlasst habe, und dass die Ausdehnung des trockenen Haares, von der des Messings wenig, oder wenigstens bei diesem Instrumente nicht merklich verschieden seyn könne. Hätte daher Saussüre die Anbringung des Silberblättchens vermieden und das unterste Klöbchen so anbringen lassen, dass dessen Ausdehnung

Digitized by Google

auf den Weiſer keinen Einfluſs hätte; ſo würden höchſt wahrſcheinlich nur noch diejenigen Unterſchiede übrig geblieben ſeyn, um welche die Wärme auf ein feuchtes Haar mehr Einfluſs als auf ein trockenes hat, wenn nicht vielleicht auch dieſe Unterſchiede, der Vergröſserung des Durchmeſſers der Welle durch die Wärme, und dem ſtärkern und ſchwächern Aufliegen des Blättchens auf der Welle, zugeſchrieben werden müſſen.

---

2. *Beſchreibung eines neuen Mechanismus für Haar-Hygrometer.*

Um zuvörderſt die Friction, hiernächſt aber auch die Veränderungen, welche die Metalle bei abwechſelnder Temperatur verurſachen, von dieſem Inſtrumente zu entfernen, gab ich meinem Werkzeuge die Einrichtung, wie ſie Tafel V, Fig. 1 und Fig. 2, in der Hälfte der wahren Gröſse vorgeſtellt iſt.

Die erſte Figur ſtellt die vordere Anſicht des Inſtruments und die zweite Figur den Seitendurchſchnitt deſſelben vor. *pq*, Fig. 1, iſt die vordere und *qv*, Fig. 2, die Seitenfläche eines viereckigen meſſingenen Rahmens, welcher den Fuſs deſſelben ausmacht. An die vordere Wand iſt der meſſingene Gradbogen *no*, welcher einen

Digitized by Google

Bogen von 60 Graden enthält, angeſchraubt. An die hintere Wand des Rahmens iſt der untere Theil der ſchmalen Schieferplatte *abwx*, Fig. 1, angeſchraubt, welche die hintere Wand des Werkzeuges ausmacht, und bei *m* einen Einſchnitt hat, in welchem das Klöbchen *m*, welches das untere Ende des Haars feſthält, herauf- und heruntergeſchoben, und vermittelſt der Schraube *u*, Fig. 2, feſtgeſtellt werden kann. An den obern Theil der Schieferplatte, auf der vordern Seite, iſt das ſtarke meſſingene Blech *abcd*, Fig. 1, angeſchraubt, welches den Träger der beweglichen Theile feſthält, der bei *it*, Fig. 2, ſichtbar iſt. An die hintere Seite iſt mit eben denſelben Schrauben das Blech *rs*, Fig. 2, befeſtigt, welches das Ohr zum Aufhängen des Inſtruments enthält. Dieſe Schrauben, von denen eine bei *n*, Fig. 2, ſichtbar iſt, befinden ſich in der Horizontalfläche, in welcher ſich die unterſten Theile des Trägers enden.

Der bewegliche Theil dieſes Werkzeugs hat die Geſtalt einer Wage; man ſieht ihn in Fig. 2, bei *ghαεβγ* am deutlichſten. *gh* iſt ein heruntergehender Weiſer, welcher auf das vordere Ende der Welle über einer Vierkante feſtgeſchraubt, und ſo abgewogen worden iſt, daſs deſſen Schwerpunkt in die Achſe der Welle fällt. Er iſt daher oben bei *g* hinlänglich ſtark gemacht. Die aus-

Digitized by Google

geſchnittene Welle enthält drei Klöbchen, wovon die Mäuler der beiden Klöbchen α und β ſich oberhalb befinden und in der Horizontalfläche der Achſe der Welle ſo endigen, daſs auch eine durch die Achſe gelegte Vertikalfläche in die Verſchlieſsung der Mäuler fällt. Das Maul des Klöbchens ε liegt unterwärts und endigt ſich ebenfalls an dem Orte, wo es das Haar faſst, in der Horizontalfläche, wie aus Fig. 3, welche den Querdurchſchnitt der Welle und des Klöbchens an dem Orte des Haares, in der wahren Gröſse vorſtellt, noch deutlicher erhellet. Hier iſt *efi* der Querſchnitt der Welle, und *fgi* der Querſchnitt des mit der Schraube *h* angedrängten Blättchens, welches mit dieſem Theile der Welle das Klöbchen ausmacht. Das Maul endigt ſich bei *i* in runde fein polirte Lippen, um welche ſich das Haar, ohne beſchädigt zu werden, bei der Bewegung legt und in der Horizontalfläche der Achſe *cd* feſtgehalten wird. Die Verſchlieſsung dieſes Klöbchens aber iſt von der Vertikalfläche der Achſe *ab* um $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{9}$ dresdner Zoll entfernt. An das hintere Ende der Welle bei γ, Fig 2, iſt der kleine Wagebalken *ef*, Fig. 1, über eine Vierkante geſteckt und aufgeſchraubt. Dieſer Wagebalken führt an den Enden bei *e* und *f* kleine Kugeln, welche, nebſt dem Hebel, dem Weiſer am

Digitized by Google

Gewichte gleich kommen, und die theils zum Gegengewichte des Weisers, vorzüglich aber dazu dienen, dass man durch mässiges Biegen des Hebels, indem man diese Kugeln erhebt, den Schwerpunkt des ganzen beweglichen Theils in den Ruhepunkt bringen kann. Die Welle wird von ein Paar seidnen Fäden festgehalten, welche an dem Träger *ii*, Fig. 2, vermittelst zweier Klöbchen δ und ζ befestigt sind. Der getroffenen Einrichtung zufolge haben die zwischen dem Träger und der Welle befindlichen seidenen Fäden nur $\frac{1}{25}$ oder 0,04 dresdner Zoll Länge, welche immer noch etwas verkürzt werden kann. An dem Arme des Hebels bei *e* hängt das kleine Gewicht *y*, dessen Schwere von dem Körper abhängt, den man hierzu gebraucht. Bei *kl* befindet sich ein Bleiloth, welches zur genauen Stellung bei dem Aufhängen erfordert wird.

Damit bei diesem Instrumente alle stählerne Spitzen, die hier dem Rosten so sehr ausgesetzt sind, und die Friction vermieden werden möchte, erwählte ich feine gezwirnte seidene Fäden. Sollte man aber befürchten, dass die zwar geringe hygrometrische Eigenschaft der Seide dennoch einen schädlichen Einfluss haben möchte; so kann man an deren Stelle den feinsten Silberdraht oder Silberlahn erwählen, dessen geringe Steifigkeit

Digitized by Google

hier wenig ſchadet; und deſſen Ausdehnung bei 22 Grad Wärme nur 0,00002 eines Zolles beträgt. Um ſo viel kann ſich das Haar auf den abgerundeten Theil des Klöbchens an der Welle winden, wo der Halbmeſſer $\frac{1}{8}$ Zoll iſt. Hieraus folgt, daſs der daraus entſtehende Fehler für den ganzen Gradbogen noch nicht 0,01 Grad betragen würde.

Dieſe Befeſtigungsart des Hebels iſt hier ſehr nöthig, weil man nicht eine Wage verlangt, welche, ehe das Haar aufgezogen worden, einſpielt, ſondern die bei dem kleinſten Gewichte umſchlägt. Um aber dieſe Art von Wage gehörig einzurichten, wird ſie, nachdem man die Arme des Hebels und den ganzen Hebel mit dem Weiſer gleich ſchwer gemacht hat, dahin gebracht, daſs der Weiſer auf den mittlern Grad einſpielt, wobei das Bleiloth zugleich in Betrachtung gezogen wird. Wenn dieſes geſchehen, werden die Arme des Hebels mäſsig und auf beiden Seiten gleich in die Höhe gebogen. Die Richtigkeit der Arbeit erkennt man, wenn auf beiden Seiten der Ausſchlag gleich groſs iſt. Auf dieſe Art kann man es dahin bringen, daſs $\frac{1}{4}$ As, und noch weniger, den Weiſer durch den halben Bogen treibt, oder auch die Wage ganz umſchlägt. Solchemnach hat man eine Art von Wage, bei welcher der Weiſer von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ As, und weniger,

Digitized by Google

durch den ganzen Bogen geführt, und wo alſo das Haar bei dem Zuſammenziehen ſehr nahe von demſelben Gewichte, als bei dem Ausdehnen angezogen wird.

Das untere Ende des Haares iſt mit Vorſicht an ein ſolches Klöbchen befeſtigt, daſs deſſen Ausdehnung, welche hier horizontal geſchieht, auf das Haar keinen Einfluſs haben kann. Dem Gradbogen habe ich zwar, um ihn bequem theilen zu können, 60 Grade gegeben; allein es ſind bei dieſem Halbmeſſer von 6 Zoll ſchon 40 Grade vollkommen hinreichend, da die Scale alsdann über 4 Zoll lang iſt. Ein zu groſser Bogen würde dem Haare an dem obern Befeſtigungspunkte bei dem Klöbchen ſchädlich ſeyn. Wollte man aber dennoch einen gröſsern Raum zwiſchen den beiden äuſserſten Punkten haben, ſo dürfte man nur den Halbmeſſer des Bogens und die Höhe des Inſtruments gröſser machen. Ein Halbmeſſer von 8 Zoll würde bei dem Bogen von 40 Graden $5\frac{1}{2}$ Zoll Bewegungsraum geben, den man mit Sauſſüre in 100 Theile theilen kann.

Wenn man hier ein ausgelaugtes Menſchenhaar anwendet und die Bewegung bei dieſem Inſtrumente mit der an dem Sauſſürſchen vergleicht, ſo wird man ſehr bald gewahr werden,

Digitized by Google

dafs hier die Bewegung flüchtiger und gleichförmiger bey dem Vor- und Rückwärtsgehen ſey, und dafs Erſchütterungen keine Veränderungen in Graden hervorbringen. Da man auch aus dem Vorhergehenden geſehen hat, dafs die Ausdehnung des trockenen Haares in der Wärme, der Ausdehnung des Meſſings ſehr nahe kommt: ſo würde man in dieſem Falle anſtatt der Schieferplatte eine Meſſingplatte erwählen können. Bei einem Inſtrumente, welches für mehrere Körper brauchbar ſeyn ſollte, war es hingegen am ſicherſten, einen Stein zu erwählen.

Es läſst ſich aber auch dieſes Werkzeug ſehr gut auf *Fiſchbein*- und *Elfenbeinſtreifen* anwenden, wenn der mittlere Theil der Welle eine andere Einrichtung erhält, und der Querſchnitt der Welle, Fig. 3, in den Querſchnitt Fig. 4 umgeändert wird. Hier iſt *efg* der Querſchnitt des mittlern Theiles der Welle; *cd* die horizontale und *ab* die vertikale Durchſchnittsfläche der Achſe der Welle. In dem Punkte *b* iſt ein feiner ſtählerner Stift, von der Stärke einer mittelmäſsigen ſtarken Nähnadel befeſtigt, welcher mit der Achſe parallel iſt, und in deren Horizontalfläche liegt. Dieſer Stift geht durch die feine Oeffnung des Fiſchbein- oder Elfenbeinſtreifens *bk*. Das untere Ende des Streifens iſt ebenfalls vermittelſt

Digitized by Google

eines ſolchen Stiftes, der ſich an dem untern Arme befindet, befeſtigt. Die Schwere des Gewichts hängt hier von der Stärke der Streifen ab, unter welchen die Fiſchbeinſtreifen am dünneſten und feinſten gemacht werden können.

Wenn man bei dieſem Werkzeuge anſtatt des Haares einen *meſſingenen Saitendraht*, oder anſtatt der Elfenbein- oder Fiſchbeinſtreifen einen an beiden Enden mit Oeffnungen verſehenen Meſſingdraht anwendet, ſo hat man ein *Metallthermometer*, welches auf dieſe Art ſehr empfindlich gemacht werden kann. Alsdann aber würde man wohl thun, den Hebel wieder auf Zapfen ruhen zu laſſen, da hier die Friction von der ſehr anſehnlichen Ausdehnungs- und Zuſammenziehungskraft der Metalle und dem ſchwerern Gewichte ſehr übertroffen und leicht überwunden wird.

---

3. *Beſchreibung eines Mechanismus für das Lowitziſche Hygrometer.* *)

Da man bei dieſem Hygrometer eine ſehr leichte Wage haben muſs, welche genau einſpielt, ſo

*) S. Götting. Magazin der Wiſſ. und Litteratur, 3tes Jahr, IV. Stück, Nr. 2, und Gehlers phyſikal. Wörterbuch. Tobias Lowitz, der ſeinen Vater,

Digitized by Google

kann die vorhergehende Einrichtung hier nicht gebraucht werden, weil der Weiser bei derselben, vor der Befestigung des Haares, unsicher hin- und herschwankt und bei einem kleinen Uebergе-

den bekannten Nürnberger Geographen und Astronomen, auf seinen Reisen, die er als russischer Akademiker nach dem Astrachanschen unternommen hatte, fand im Jahre 1772 zu *Dinitriefsk* am Ufer der Wolga, einen dünnen bläulichen Schiefer, welcher die Feuchtigkeit ungemein stark anzog, aber eben so leicht wieder verdunsten liefs. Ein Täfelchen von solchem Schiefer wog glühend 175, völlig mit Wasser gesättigt, 247 Gran, hatte also von der vollkommenen Trockenheit bis zum Punkte der völligen Nässe 72 Gran Wasser angenommen. Der ältere Lowitz brachte eine runde dünne Scheibe von diesem Steine an den einen Arm einer empfindlichen Wage an, die an ein Bret befestigt war, und hing an den andern Arm eine Kette von Silberdraht, deren Ende an einen Schieber befestigt war, welcher sich in einem Falze an der Seite des Brets höher und niedriger stellen liefs. Er bestimmte durch Proben den Stand des Schiebers, wenn die Wage im Gleichgewichte war, und wenn sie zehn Gran Uebergewicht hatte, theilte den Raum zwischen diesen Standpunkten in zehn gleiche Theile, und trug solcher Theile mehr, so weit es nöthig war, auf. Ward nun an den einen Arm dieser Wage der Stein, an den andern ein Gewicht gehangen, das dem Gewichte des ganz trockenen Steins gleich kam, so zeigte der Schieber das Uebergewicht des Steins in Granen an, wenn er mit dem Kettchen

Digitized by Google

wichte umſchlägt. Wollte man aber jene Art von Wage zum Einſpielen bringen; ſo würde der für dieſe leichte Wage viel zu groſse Weiſer dieſelbe ſchwerer und weniger empfindlich machen. Wollte man hingegen eine Wage mit einem in die Höhe gehenden Weiſer hierzu erwählen; ſo müſste man, um die Grade ſo viel als möglich gleich zu machen, dem Weiſer ſein Gegengewicht unter dem Ruhepunkte in ſeiner verlängerten Richtung, und zwar mit einer Genauigkeit geben, welche der Feinheit dieſer Wage angemeſſen wäre. Man würde daher auf dieſe Art bei aller angewendeten Sorgfalt nichts gewinnen, ſondern die kleine Wage nur ſchwerer machen. Hingegen wird ein leichter und flüchtiger Wagebalken, bei welchem der eine Arm die Stelle des Weiſers vertritt, dieſe Abſicht am beſten erfüllen. Die äuſserſten Grade werden zwar ebenfalls etwas kleiner ſeyn, als die mittlern; aber dieſer kleine Fehler wird unmerklich und alſo unſchädlich werden, wenn man den Schwerpunkt der ganzen Wage dem Ruhepunkte äuſserſt nahe gebracht hat.

ſo geſtellt ward, daſs die Wage ins Gleichgewicht kam. Ein am Schieber angebrachter Vernier zeigte noch Zehntheile eines Grans. Lowitz hat dieſen Thonſchiefer nirgends anders finden können. *d. H.*

Um daher den kleinen Wagebalken für dieses Hygrometer so leicht und flüchtig, als möglich, zu machen, und die Friction zu entfernen, habe ich folgende Einrichtung erwählt, wie sie in der 5ten und 6ten Figur in der Hälfte ihrer Gröfse vorgestellt ist. Die 5te Figur stellt die Ansicht des Wagebalkens von oben herunter, und *ac* in der 6ten Figur stellt die Seitenansicht desselben vor. Dieser kleine Wagebalken, Fig. 5, welcher die Gestalt eines Kreuzes hat, ist von hartgeschlagenem Messing, in der Stärke einer mittelmäfsig starken Stricknadel gearbeitet. In dem Querstücke *de* befinden sich bei *d* und *e* feine Einschnitte, durch welche, von unten herauf, zwei feine Fäden seidenen Garnes in die Höhe gehen, um ihn vermittelst derselben aufzuhängen. In den Punkten *a* und *b* hat derselbe sehr feine Löcher, durch welche eben dergleichen feine Fäden herunter gehen, um den Stein und das Gewicht daran aufzuhängen. Bei *c* endigt er sich in eine feine Spitze, welche den Weiser macht.

Die 6te Figur zeigt die vordere Ansicht des kleinen Instruments. Bei *no* sieht man die vordere Wand eines messingenen viereckigen Rahmens, welcher zum Fufse des Instruments dient. Die vordere oder hintere Wand ist $5\frac{1}{2}$ dresdner Zoll, und jede Seitenwand ist $1\frac{1}{2}$ Zoll lang. An

Digitized by Google

die hintere Wand desselben ist der von starkem Messingblech gefertigte Winkel *rst* befestigt, welcher die Rückwand des Instruments ausmacht. Auf dieser Rückwand senkrecht, steht bei *b* ein ähnlicher Träger, wie Fig. 2, bei *it*, welcher aus einer Schraubenzwinge mit zwei Schrauben von $1\frac{1}{4}$ Zoll Länge besteht, um die Fäden zu halten, an welchen der Wagebalken hängt. Das Maul dieser Zwinge befindet sich in der Vertikalfläche, und die unterste Kante oder die Lippen derselben in der Horizontalfläche der Aufhängungspunkte. Die Fäden zwischen der Zwinge und dem Wagebalken sind $\frac{1}{10}$ dresdner Zoll lang.

Der Wagebalken *ac* trägt bei *a* den Stein *f*, und bei *b* das Gegengewicht *g*, welches jedoch nur einen Theil des Gegengewichts enthält; den andern Theil des Gegengewichts giebt der Weiser *bc*. Der astrachanische Schiefer ist bei diesem Instrumente $\frac{7}{8}$ Zoll breit, und dessen gröfste Länge beträgt $1\frac{1}{8}$ dresdner Zoll. Um ihn desto empfindlicher zu machen, beträgt dessen Dicke nur 0,03 dresdner Zoll. Er hat also beinahe die doppelte Stärke einer feinen französischen Spielkarte. Der Stein sowohl, als das Gewicht, ist mit feinen Drahtöhrchen an die Fäden angehängt, damit man diese Stücke während des Justirens des Hygrometers leicht abnehmen kann.

Digitized by Google

Bei *qp* ſieht man den Gradbogen, welcher 60 Grade enthält. Er iſt um ſo viel vorgerückt, daſs der Weiſer *c* ſehr nahe an demſelben, ohne jedoch anzutreffen, vorbeiſtreicht. Bei *im* befindet ſich ein Bleiloth, welches mit der Spitze auf einem Merkmale in der Nähe der hintern Wand des Rahmens einſpielt, wenn das ganze Inſtrument horizontal ſteht. Damit aber das Bleiloth, wenn man das Inſtrument fortträgt, nicht zu weit ausſchlagen und der Wage nachtheilig werden könne, iſt bei *kl* ein Blech mit einer hinlänglich groſsen Oeffnung angeſchraubt, in welcher ſich der Faden des Bleilothes nur ſo viel bewegen kann, als zur Bemerkung des Einſpielens erforderlich iſt. Die groſse Oeffnung *u* befindet ſich in der Vertikallinie, welche durch den Schwerpunkt des ganzen Inſtruments geht, und dienet, um daſſelbe an einen Nagel aufzuhängen.

Bei dieſer kleinen Wage habe ich ebenfalls an der Stelle der Zapfen, zum Aufhängen deſſelben, kurze Fäden von feinem ſeidenen Garne erwählt, damit der Wageballken ſo leicht, als möglich, werden konnte und die Friction verhütet wurde. Der feinſte Silberdraht ſchien mir hierzu ſchon zu wenig Biegſamkeit zu haben. Man darf jedoch nicht befürchten, daſs die hygrometriſche Eigen-

Digitized by Google

ſchaft der Seide hier nachtheilig ſeyn werde. Sie iſt zuverläſſig geringer, als die des ausgelaugten Menſchenhaares, welches ſich nach Sauſſüre von der gröſsten Trockenheit bis zur gröſsten Leichtigkeit höchſtens um 0,025 ſeiner Länge ausdehnt. Da nun dieſe Fäden nur $\frac{3}{10}$ dresdner Zoll lang ſind, ſo würde deren Ausdehnung bei Anwendung der Menſchenhaare 0,00156 dresdner Zoll betragen, und der Ruhepunkt würde um ſo viel herunterrücken. Dieſer kleine Fehler aber würde, da beinahe 16 Grade des Gradbogens auf einen Zoll gehen, nur wenig über 0,02 Grad betragen, und daher viel zu klein ſeyn, da man nur noch 0,25 Grad ſchätzen kann. Man ſieht auch hieraus, daſs man, ohne einen Nachtheil zu befürchten, ſehr wohl unausgelaugte Menſchenhaare zum Aufhängen des Wagebalkens erwählen könnte, wenn man ſie etwa hierzu brauchbarer und dauerhafter finden ſollte.

Die Flüchtigkeit meiner auf dieſe Art eingerichteten Wage läſst ſich daraus beurtheilen, daſs der Weiſer um 34 Grade ausſchlägt, wenn man den Stein mit einem As beſchwert hat.

In Anſehung der bei dieſem Hygrometer gewöhnlichen Beſtimmung des trockenen und feuchten Punktes, muſs ich noch einige Schwierigkeiten erwähnen, welche mich davon abzuge-

Digitized by Google

hen veranlaſst haben. Um den trockenen Punkt zu beſtimmen, habe ich den Stein, nachdem er in dem Sonnenſcheine ausgetrocknet war, auf ein Blech gelegt, und ſo nach und nach über einem Kohlfeuer heiſs gemacht. Dieſer nach und nach erfolgten Erwärmung ungeachtet, ging mir dennoch ein Stein wegen erhaltener Riſſe verloren, ob er gleich noch einmahl ſo ſtark, als der Stein dieſes beſchriebenen Hygrometers war. Die Beſtimmung des feuchten Punktes durch Eintauchen in Waſſer halte ich bei einem ſo dünn gearbeiteten Steine für nicht weniger gefährlich. Wenn ein Stück von dieſem Steine einige Stunden im Waſſer liegt, wird es ganz aufgeweicht und zerfällt in ein Pulver. Es iſt daher leicht möglich, daſs das Waſſer einige Steintheile an den Ecken auch während der kurzen Zeit, als er in das Waſſer gehalten wird, aufweichen und abſpülen, den Bewegungsraum an dem Gradbogen aber kleiner machen könne. Dieſem Umſtande glaube ich die Verminderung der Schwere meines erſten Steines bei wiederholter Beſtimmung der feſten Punkte zuſchreiben zu müſſen. Da man hiernächſt bis jetzt noch nicht weiſs, ob der durch Eintauchung erhaltene feuchte Punkt mit einem gewiſſen, zum Beiſpiele dem mittlern, Grade der Luftfeuchtigkeit in einem beſtändigen oder

Digitized by Google

veränderlichen Verhältniſſe ſtehe, und wenn es veränderlich iſt, nach welchem Geſetze ſich dieſe Veränderlichkeit richte: ſo glaube ich, man werde den natürlichſten und ſicherſten Weg erwählen, wenn man, um die Feuchtigkeit der Luft zu meſſen, die Feuchtigkeit der Luft ſelbſt zu Beſtimmung des feuchten Punktes anwendet.

Dieſe Bedenklichkeiten haben mich veranlaſst, auch bei dieſem Hygrometer die zwar etwas mühſame, aber, wie es mir ſcheint, der Natur ſehr angemeſſene Sauſſürſche Beſtimmungsart der feſten Punkte zu gebrauchen. Den trockenen Punkt habe ich unter der Glocke der Luftpumpe bei einer Verdünnung von 22 bis 24 Zoll des Barometers beſtimmt. Die Glocke war mit dem von Sauſſüre vorgeſchlagenen Wachſe, das aus vier Theilen Wachs, zwei Theilen Harz und einem Theile Baumöhl beſteht, verſtrichen. Zur Austrocknung bediente ich mich des ausgegläheten Weinſteinalkali, das ich in kleinen Papierkäſtchen in verſchiedenen Höhen unter der Glocke aufſtellte. Mehr als drei kleine Käſtchen habe ich niemals nöthig gehabt. Unter dieſer Vorrichtung habe ich das Hygrometer gemeiniglich einen Tag oder eine Nacht hindurch ſtehen laſſen, und ſtets gefunden, daſs eine längere Zeit keinen höhern Grad der Trockenheit bewirken

Digitized by Google

konnte. Ich muſs überhaupt bemerken, daſs ſich beide Punkte auf dieſe Art bei dem Steinhygrometer viel leichter und ſicherer, als bei dem Haarhygrometer beſtimmen laſſen, da die Wärme und Kälte auf den Stein ſelbſt keinen, oder wenigſtens keinen merkbaren Einfluſs hat, derſelbe auch die Feuchtigkeit ſehr ſchnell annimmt und verliert, wenn er ſehr dünn gearbeitet iſt.

Der Bewegungsraum bei dieſem Hygrometer beträgt 46 Grad. Da nun der Weiſer um 34 Grade ausſchlägt, wenn man den Stein mit 1 As beſchwert, ſo enthält derſelbe bei der höchſten Feuchtigkeit der Luft $1\frac{1}{3}$ As Feuchtigkeit.

---

4. *Vergleichung des Steinhygrometers mit dem Haarhygrometer.*

Es iſt leicht vorauszuſehen, daſs beide Hygrometer ſehr verſchieden in ihrem Gange ſeyn müſſen. Die Feuchtigkeit, welche bei dem Steinhygrometer von dem Steine eingeſogen wird und denſelben ſchwerer macht, erweicht bei dem Haarhygrometer die Faſern des Haares und macht es dehnbarer. Es iſt daher bei dem letztern die Elaſticität der Faſern vorzüglich wirkſam, auf welche, wie bei vielen Körpern, ſo auch hier, Wärme und Kälte ſehr groſsen Einfluſs haben. Die

Digitized by Google

Wärme bringt auf das Haar, nach Sauſſüre, *) dreierlei Wirkungen hervor. Erſtlich werden die Waſſertheilchen, welche das Haar aufgenommen hat, verflüchtigt und das Haar zieht ſich zuſammen; zweitens wird das Haar pyrometriſch ausgedehnt; und drittens wird es bei höhern Graden der Feuchtigkeit von einem Grade Wärme mehr ausgedehnt, als bei geringerer Feuchtigkeit. Von dieſen drei Wirkungen der Wärme bleibt für den Stein nur die einzige übrig: daſs nämlich die in dem Steine enthaltene Feuchtigkeit verflüchtigt wird. Hieraus läſst ſich alſo ſehr leicht ſchlieſsen, daſs das Haarhygrometer, theils wegen der beiden übrigen Wirkungen der Wärme, theils wegen der nicht unwahrſcheinlichen Veränderlichkeit der Elaſticität, mit dem Steinhygrometer nicht übereinſtimmend ſeyn könne. Deſſen ungeachtet habe ich, um den Gang beider zu beurtheilen, einige Vergleichungen angeſtellt.

Um dieſes zu bewerkſtelligen, habe ich die feſten Punkte beider Hygrometer auf einerlei Art nach der Sauſſüriſchen Vorſchrift, und die Punkte des Haarhygrometers bei 19 Graden nach Reaumür beſtimmt. Der Weiſer des Stein-

*) Verſuch über die Hygrometrie, §. 26 und §. 90 bis §. 94. L.

hygrometers beſchrieb zwiſchen den beiden äuſſerſten Punkten einen Bogen von 46 Graden, deſſen Sehne ungefähr $2\frac{7}{8}$ dresdner Zoll enthielt; der Bewegungsraum des Haarhygrometers enthielt $38\frac{3}{4}$ Grad, und deſſen Sehne ungefähr 4 Zoll. Dieſe Grade ihres Bewegungsraumes habe ich in Grade einer hunderttheiligen Gradleiter verwandelt, den Punkt der Trockenheit mit 0 und den Punkt der Feuchtigkeit mit 100 bezeichnet. Die Decimalbrüche in folgenden kleinen Tafeln ſind nicht genau anzunehmen, da ich nur mit Mühe $\frac{1}{8}$ der wirklichen Grade des Gradbogens ſchätzen konnte. Beide Hygrometer hängen, nebſt einem Reaumürſchen Queckſilberthermometer, naho neben einander innerhalb der Stube, an einem Fenſter, in ihren Gehäuſen. Dieſes Fenſter ward ſtets zugehalten, um ſchnell abwechſelnde Luftſtröme zu entfernen; hingegen ſtand ein anderes Fenſter offen, welches keinen Luftzug veranlaſste.

Erſte Tafel.

Thermometer.	Steinhygrometer.	Haarhygrometer.	Unterſchied.
19	35,8	70,9	35,1
20	35,8	69,9	34,1
21	33,4	66,4	33,0
21,6	32,5	65,9	33,3
22,5	31,5	62,8	31,3
23	30,1	59,6	29,5
23	29,3	58,7	29,4

Digitized by Google

Dieſe Beobachtungen ſind an einem heitern Sommertage gemacht worden. Ich habe ſie erwählt, um den groſsen Unterſchied von 35 Graden bemerklich zu machen, welchen man bei dieſer erſten Beobachtung ſieht, wo das Thermometer eben die Wärme anzeigt, als ich bei Beſtimmung der beiden äuſserſten Punkte gehabt habe. Da nun dieſer Unterſchied von 35 Theilen, auf den Gradbogen reducirt, 13,5 Grad geben, und der Halbmeſſer der Achſe an dem Orte des Haares $\frac{1}{9}$ dresdner Zoll beträgt, ſo würde ſich das Haar in dieſer Wärme um 0,004 dresdner Zoll, oder bei 6 Zoll Länge um 0,024 ſeiner Länge, bei 35,8 Feuchtigkeit mehr ausgedehnt haben, als die Vergleichung erfordert, wenn man dieſe Abweichung bloſs der Wärme zuſchreiben wollte. Allein es iſt auch nicht unwahrſcheinlich, und der etwas langſamere Gang des Haarhygrometers auf den trockenen Punkt ſowohl, als andere Beobachtungen, ſcheinen es zu beſtätigen, daſs das Haar die Feuchtigkeit langſamer verlaſſe, als der Stein.

Eine andere und entgegengeſetzte Wirkung der Wärme auf das Haar, welche auch Sauſſüre bemerkt, nämlich die ſtärkere Abdunſtung bei höhern Wärmegraden, wird ebenfalls aus dieſer Tafel ſehr deutlich. Die beiden zuerſt ange-

Digitized by Google

führten Beobachtungen zeigen, daſs 1 Grad Wärme bei dem Haare 1 Grad Trockenheit oder Abdunſtung bewirkt habe, indeſs der Stein keine Veränderung zeigte. Alle Unterſchiede dieſer angeführten und meiner übrigen Beobachtungen ſcheinen hiernächſt zu verrathen, daſs noch eine andere veränderliche Eigenſchaft des Haares, vielleicht die Elaſticität der Faſern, in Betrachtung gezogen werden müſſe.

Zweite Tafel.

Thermometer.	Steinhygrometer.	Haarhygrometer.	Unterſchied.
21	33,4	66,4	33,0
21	29,3	61,6	32,3
21	30,4	69,0	38,6

Bei dieſen an verſchiedenen Tagen aus meinen Tafeln ausgezogenen Beobachtungen iſt der letzte Unterſchied, 38,6, ſehr auffallend. Er hätte nach den beiden vorhergehenden nicht viel über 32,3 betragen ſollen. Die Urſache dieſer Abweichung ſcheint mir jedoch darin zu liegen, daſs es in der Nacht vor dem Tage der letztern Beobachtung ſtark geregnet hatte, und die Luft in den erſten Frühſtunden noch ſehr feucht geweſen war. Es wird daher dieſe Abweichung wohl der ſpätern Austrocknung des Haares zugeſchrieben werden müſſen.

Digitized by Google

Mehrere Beobachtungen auszuziehen, halte ich für überflüssig, da ich blos die beträchtlichen Unterschiede habe bemerklich machen wollen, welche das Haarhygrometer in Vergleichung mit dem Steinhygrometer giebt. Diese Unterschiede sind zwar bei meinem Hygrometer, wegen der hygrometrischen Ausdehnung des Haares, welche hier durch keine entgegengesetzte Ausdehnung eines Metalles vermindert wird, gröfser, als sie bei der Saussürschen Einrichtung gewesen seyn würden: dessen ungeachtet erhellet selbst aus den Saussürschen Correctionstafeln, §. 90, dafs die von der Wärme verursachten Unterschiede bei mehrern Graden beträchtlich sind. So giebt in dem von ihm §. 91 angeführten Beispiele, ein Unterschied von 8 Graden in der Wärme, einen Unterschied von 20 Graden in der Feuchtigkeit der Luft.

Wenn jedoch diese Unterschiede, welche die Wärme hervorbringt, die einzigen Abweichungen von dem wahren Grade der Feuchtigkeit wären; so würde ihre Gröfse der Brauchbarkeit des Haarhygrometers nicht nachtheilig werden, sobald sie vermittelst des Thermometers und einer Correctionstafel bei allen dergleichen Hygrometern hinlänglich genau bestimmt werden könnten. So wie aber die erstere Voraussetzung in Zweifel gezogen

Digitized by Google

werden, muſs, ſo iſt auch die letztere, die Berechnung einer allgemein paſſenden Correctionstafel, kaum möglich. Denn, um dieſe zu erhalten, müſste der Durchmeſſer der Welle mit der Länge des Haares ſtets in einem gewiſſen beſtimmten Verhältniſſe ſtehen; die Längen der Säulchen, der Klöbchen und des ſilbernen Lahnes nach der Sauſſürſchen Einrichtung, müſsten bei allen Hygrometern gleich ſeyn; und ein Haar wie das andere müſste bei gleicher Feuchtigkeit und Wärme vollkommen genau gleich groſse Ausdehnung geben. Da nun die erſtern Vorausſetzungen nur durch Mühe und Sorgfalt zu erreichen ſind, die letztere aber ſehr ſelten angenommen werden kann; ſo würde man ſich genöthigt ſehen, für jedes Haarhygrometer insbeſondere, mit nicht geringerm Aufwande an Zeit und Geduld, als Sauſſüre hierbei angewendet hat, eine Correctionstafel zu fertigen.

Erwägt man nun alle dieſe, mit aller angewendeten Sorgfalt kaum zu überwindenden Schwierigkeiten, bei Fertigung eines Inſtruments, welches ſo wenig Erſchütterung verträgt, da s ein geringes Verſehen alle angewendete Arbeit unnütz macht: ſo wird man dem Steinhygrometer, wegen der oben bemerkten Eigenſchaften ſowohl, als weil es leicht zum Verſenden ein-

Digitized by Google

gerichtet werden kann, den Vorzug zugeſtehen müſſen.

Die oben angeführte Wirkung der Wärme, daſs ſie auch die in dem Steine enthaltene Feuchtigkeit verflüchtige, leidet der Stein mit allen Körpern, und alſo auch mit der Luft gemeinſchaftlich. Ob aber die Feuchtigkeit bei einem höhern Grade der Wärme den Stein eher oder ſpäter verlaſſe, als die Luft, und ob daher das Steinhygrometer bei jeder Wärme die in der Luft befindliche Feuchtigkeit beſtimmt anzeige; dieſes iſt, ſo viel ich weiſs, noch nicht ausgemacht. So viel erhellet zwar aus meinen Verſuchen: daſs die Feuchtigkeit den Stein ſchneller verlaſſe, als das Haar; daſs das Steinhygrometer bei veränderter Wärme nicht ſo veränderlich ſey, als das Haarhygrometer, und daſs beide feſte Punkte des Steinhygrometers bei 8 bis 10 Graden Veränderung in der Wärme nicht veränderlich waren. Allein es bleibt deſſen ungeachtet noch zu unterſuchen übrig: ob die gröſsten in der Luft vorkommenden Veränderungen der Wärme auf die feſten Punkte dieſes Hygrometers einen Einfluſs haben; wie groſs derſelbe und um wie viel er gröſser bei dem feuchten, als bei dem trockenen Punkte ſey; und ob man vermittelſt dieſes Hygrometers die in einem Kubikfuſse Luft enthaltene

Feuchtigkeit, entweder ſogleich aus dem beobachteten Grade deſſelben, oder erſt vermittelſt einer Correctionstafel beſtimmen könne? Der Beantwortung dieſer Fragen werde ich in dieſem Winter einige meiner Nebenſtunden widmen, die mir zur Erholung übrig bleiben.

ZUSATZ.

Hochheimers Vorſchlag eines Glashygrometers. *)

Herr H. C. Hochheimer glaubt bemerkt zu haben, daſs das *Lowitziſche Hygrometer* die einmal angezogene Feuchtigkeit nicht in dem Maaſse wieder von ſich giebt, als die Atmoſphäre trockener wird; daſs es folglich bisweilen ſehr trügeriſch ſeyn und Feuchtigkeit angeben kann, wo es auf ſchon wieder erfolgte Trockenheit der Luft deuten ſollte. Deshalb ſchlägt er folgende Einrichtung zu einem verbeſſerten Hygrometer vor:

Man nehme ein vierkantiges Stahlſtäbchen, ungefähr zwei Linien dick und zehn bis zwölf Zoll lang, und aptire ſolches zu einer Art von Schnellwage, ſo daſs der eine Arm ſich in eine Schraube endigt. In dieſe wird eine Bleikugel von ſchicklicher Gröſse, ſtatt des ſonſt gewöhnlichen Aufhängegewichts eingeſchraubt.

An den andern Arm der Wage hänge man eine auf beiden Seiten matt geſchliffene Glastafel, die ungefähr zehn Zoll lang und ſieben Zoll breit ſeyn kann, nachdem

*) Aus den Leipziger Oekonom. Heften, B. VIII, Heft 5, 1798.

Digitized by Google

dem man sie zuvor durch Reiben mit warmer Asche von aller Feuchtigkeit befreiet hat, und bringt sie durch Auf- oder Abschrauben der Bleikugel ins Gleichgewicht. Den Ort, bis zu welchem die Bleikugel hin geschraubt ist, bezeichne man auf das genaueste, als den Stand der grössten Trockenheit.

Darauf nehme man die Glastafel wieder ab, tauche sie über und über in Wasser, gebe ihr einen Schwung, dass die Tropfen davon ablaufen und wische diese unten vom Rande ab. So angefeuchtet bringe man sie wieder an die Wage, und stelle diese vermittelst des Drehens der Bleikugel wiederum ins Gleichgewicht. Man bezeichnet hier ebenfalls den Ort, wo die Bleikugel steht, als den höchsten Grad der Feuchtigkeit.

Diese Wage hänge man alsdann in einem Kästchen von trockenem Holze auf, welches geräumig genug ist, dass die Glastafel darin auf- und abgehen kann. Der Deckel des Kästchens wird so weit und nicht weiter ausgeschnitten, als dass die Zunge der Wage sich gerade frey hin und her bewegen kann. Der Zunge parallel bringt man einen Gradbogen an und theilt ihn, von der höchsten Trockenheit an, bis zur höchsten Feuchtigkeit in eine beliebige Anzahl von Graden ein. Auf allen vier Seiten ist das Kästchen zum Durchzuge der Luft mit einigen kleinen Löchern versehen. Auch lässt sich die Zunge an dem einen Arme, und der Gradbogen an der Seite des Kästchens anbringen.

So weit Herrn Hochheimers Vorschläge. Soll die Feuchtigkeit, die aus der Luft sich auf die matt ge-

Digitized by Google

ſchliffene Glasplatte legt, einen merklichen Ausſchlag geben, ſo muſs die Glasplatte in einem beträchtlich gröſsern Abſtande als die Bleikugel vom Ruhepunkte hängen, und die Glasplatte iſt dann in eben dem Verhältniſſe kleiner als ohne dies. Wäre dieſes nicht der Fall, ſo würde das Inſtrument höchſt wahrſcheinlich auch als Manometer wirken, und nicht bloſs, wenn die Feuchtigkeit, ſondern auch wenn die Dichtigkeit der Luft geändert wird, einen Ausſchlag geben; doch wäre es der Mühe werth, Beobachtungen darüber anzuſtellen, ob das nicht in der That bei dieſem Glas- und dem Lowitziſchen Steinhygrometer der Fall iſt, und ob nicht manche von den Abweichungen, die Herr Lüdicke zwiſchen dem Haar- und Steinhygrometer wahrnahm, ſich hieraus ſollte erklären laſſen.

Digitized by Google

IV.

Über
EIN MERKWÜRDIGES PHÄNOMEN
in der Meteorologie,
von
Herrn von Saussüre,
Professor zu Genf. *)

Als mein Hygrometer zu der Vollkommenheit gelangt war, dafs ſich ihrer mehrere mit einander vergleichen lieſsen, und dafs es empfindlich genug war, um die Veränderungen der Atmoſphäre augenblicklich anzuzeigen; hoffte ich die Veränderungen des Wetters damit vorherſagen zu können. Ich erwartete, dafs es bei herannahendem ſchönen Wetter, auf Trocken, und bei bevorſtehendem naſſen Wetter, auf Feucht zeigen würde: und gewöhnlich geſchieht es auch, dafs es auf Trocken zeigt, wenn Nordoſt-Wind weht, der gemeiniglich bei uns ſchönes Wetter bringt, und im Gegentheile auf Feucht, wenn die regnige Jahrszeit herrſcht. Ich habe aber ſeitdem die merkwürdige Ausnahme bemerkt,

*) Eine Vorleſung, gehalten in der Naturforſchenden Geſellſchaft zu Genf, im Oktober 1797, und abgedruckt in der *Decade philoſophique*, 1798, Nr. 4.

Digitized by Google

dafs die gröfste Trockenheit gewöhnlich der Vorläufer des Regens ist.

Ueber die Erklärung dieser Erscheinung hatte ich wiederholt nachgedacht, als ich neulich zu Plombieres einen befriedigenden Grund davon entdeckte; und damit wird sich dieser Aufsatz beschäftigen.

Um meinen Beobachtungen den möglichsten Grad von Gewifsheit zu geben, verwahrte ich meine Instrumente nicht allein gegen die directen, sondern auch gegen die reflektirten Strahlen der Sonne, und beobachtete täglich zu derselben Stunde, besonders um 4 Uhr des Nachmittags, ihren Stand, weil da gewöhnlich die gröfste Trockenheit herrscht.

Während meines zweimonatlichen Aufenthalts zu Plombieres ereignete sich die gröfste Trockenheit, die ich bemerkte, den 2ten August. Das Hygrometer zeigte auf 68°,5, das Thermometer auf 22°,5. Drei oder vier Tage zuvor hatte das Hygrometer, zu derselben Stunde, höher, das heifst: näher an Feucht, gestanden, nämlich auf 86° oder 87°; obgleich das Thermometer beinahe einen Grad höher, nämlich 23°,1 zeigte, und also das Hygrometer verhältnifsmäfsig niedriger hätte stehen sollen. Es regnete am Abend desselben Tages, den 2ten August, an welchem

Digitized by Google

es am trockenſten geweſen war. Zu derſelben Zeit, als das Hygrometer fiel, fiel auch das Barometer beinahe zwei Linien. Dieſe auſserordentliche Trockenheit ſchreib ich der Verdünnung der Luft zu, weil in verdünnter Luft das Hygrometer fällt und auf einen gröſsern Grad der Trockenheit hindeutet, wie ich dies in meinem Verſuche über die Hygrometrie durch verſchiedene Verſuche bewieſen habe.

Bei meiner Rückkehr von Plombieres ſetzte ich meine Beobachtungen mit derſelben Sorgfalt fort. Den 29ſten Auguſt dieſes Jahrs, 20 Minuten nach 4 Uhr Abends, bemerkte ich das Hygrometer bei 74°, während das Thermometer auf 22°,5 ſtand. Am folgenden Tage, 50 Minuten nach 1 Uhr, fand ich das Thermometer genau auf demſelben Grade, das Hygrometer hingegen auf 59°,5; alſo 14°,5 tiefer, als am vorhergehenden Abend. Ich zeichnete mir dieſes als eine ſchätzbare Beobachtung über Gleichheit der Thermometerhöhen an. Es erhellte daraus offenbar, daſs die Trockenheit der Luft, nicht durch Zunahme der Wärme, ſondern durch irgend eine andere Urſache, z. B. durch Verdünnung, vermehrt worden war. In der That war auch das Barometer um mehr als eine halbe Linie gefallen. Der Wind wehte aus

Digitized by Google

Südweſt, und den folgenden Morgen früh regnete es.

Jedoch den auffallendſten Beweis hiervon, findet man in meinem Verſuche über die Hygrometrie. Zu Chamouni, den 23ſten Jul 1781, ſtand das Hygrometer auf 41°, 2, und das Thermometer auf 20°,2; eine Wärme, die unmöglich ſolch einen Grad von Trockenheit hervorbringen konnte. Denn rechnet man nach der Tafel auf Seite 87 meines Verſuchs über die Hygrometrie, ſo findet ſich, daſs der Unterſchied von 4½° Wärme, zwiſchen dem Tage und dem vorhergehenden, das Hygrometer nicht mehr als um 9°, und alſo nicht um 20° konnte fallend machen, um die es wirklich fiel. Dieſen Ueberſchuſs von 11 Graden muſs man daher einer andern Urſache, und zwar, wie ich vermuthe, der Verdünnung der Luft zuſchreiben; ſie mag, indem das Barometer fällt, oder durch Winde, die aus einer gewiſſen Richtung blaſen, verdünnt werden. In der That muſs der Süd- und Südweſt-Wind, der von niedrigern Gegenden, als die unſrige, und von der See kommt, ſich aufwärts bewegen, deshalb ſich ausdehnen und verdünnen, und dadurch, wie ich bemerkt habe, ein Vorrücken des Hygrometers gegen Trocken veranlaſſen. Wahrſcheinlich trug auch die auſserordentliche Höhe des

Digitized by Google

Thals von Chamouni über der Meeresfläche, sehr viel zu der aufserordentlichen Trockenheit bei, die den 26. Jul. 1781 in diesem Thale herrschte.

So läfst sich das auf den ersten Anblick so seltsame Phänomen: dafs aufserordentliche Trockenheit dem Regen vorangehe, genügend erklären. Das Hygrometer wird hierdurch ein Mitgehulfe für das Barometer, und giebt eine der gewissesten Anzeigen bevorstehender Veränderungen des Wetters. Denn noch mufs ich hinzufügen, dafs es auch dieses Mahl wieder den Morgen darauf zu Chamouni regnete.

Selbst in der Natur finden sich ähnliche Zeichen der Trockenheit, die den Landmann nicht betrügen und aus denen er stürmisches Wetter lange vorher verkündigt. Hierher gehört die Schlaffheit und das Welken der Pflanzen mit grofsen und dünnen Blättern, z. B. des Kürbisses und der rothen Rüben in unsern Gärten, des grofsen Huflattichs, (*Tussilago Petasites*,) in den Feldern, und der Cacalia in den Gebirgen. Man hat bemerkt, dafs bei herannahendem stürmischen Wetter die Blätter dieser Pflanzen welken und sich gegen den Boden neigen, sich hingegen wieder aufrichten und ihr lebhaftes, frisches Ansehen wieder gewinnen, wenn Thau oder Regen die Elasticität ihrer Fibern wiederhergestellt

Digitized by Google

haben. Dabei mus ich bemerken, daſs in der That ein auſserordentlich trockener Wind dem ſtarken Regen des vergangenen Septembers vorherging. Dieſe Dürre, welche ſich vor ſtürmiſchem Wetter einſtellt, ſcheint den Endzweck zu haben, die Pflanzen in den Zuſtand zu verſetzen, worin ſie den gröſsten Vortheil vom Regen ziehen können; wovon ihr Wachsthum und Gedeihen abhängen. Eine trockene Luft erſchlafft und leert ihre Gefäſse, und giebt ihnen ſo das Vermögen, das Regenwaſſer ſtark einzuſaugen, und zugleich die nährenden Theile, welche der Regen aus der Luft mitnimmt, durch die er fällt, und die dann mit Kohlenſäure und andern flüchtigen Theilen, welche den Vegetabilien Fruchtbarkeit geben, geſchwängert iſt. Man hat auch wirklich bemerkt, daſs Regenſtürme, die auf ungewöhnlich trockenes Wetter folgen, den Pflanzen ganz vorzüglich Wachsthum und Kraft ertheilen, bei weitem mehr, als ein anderer Regen oder anhaltend feuchtes Wetter.

Hieraus ſieht man, daſs, je mehr Aufmerkſamkeit wir auf die Naturerſcheinungen richten, wir deſto mehr Urſache finden, die Ordnung und Gleichförmigkeit der Geſetze zu bewundern, denen ſie unterworfen ſind.

Digitized by Google

V.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN über *die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten*, von Herrn Grafen RUMFORD in München.

(Fortſetzung.)

7.

Iſt das Waſſer, wie ich vorausſetze, in der That ein vollkommener *Nichtleiter* der Wärme, das heiſst, findet *gar keine Communication der Wärme* zwiſchen den benachbarten Partikeln oder kleinſten Maſſen dieſes Fluidi Statt, und wird folglich die Wärme darin *nur* vermittelſt der Bewegung, die durch den Wechſel der Temperatur verurſacht wird, verbreitet; *) ſo folgt daraus,

*) Schon der ſel. Gren, im *Neuen Journal der Phyſik*, Band IV, S. 453, erinnerte gegen dieſe Ausſage mit Recht, daſs aus den Beobachtungen des Grafen Rumford nur folgt: Waſſer ſey ein *ſehr ſchlechter Wärmeleiter*; und daſs die Behauptung: Waſſer ſey ein *vollkommener Nichtleiter* der Wärme; die That-

Digitized by Google

dafs die Wärme, ſo lange ein Fluidum durch Kälte *verdichtet* wird, ſich in demſelben *nicht nach unten zu* verbreiten kann; und dafs *die Verbreitung der Wärme nach dieſer Richtung*, (hinunterwärts,) nur dann Statt findet, wenn das Waſſer die Temperatur erhalten hat, bei der es durch die Kälte wieder *ausgedehnt* wird, welches etwa bei 42° nach Fahrenheits Scale der Fall iſt.

Ein weiteres Nachdenken über dieſe Grundſätze führt zu folgendem merkwürdigen Schluſſe: dafs *Waſſer, welches nur* 8° *Wärme Fahrenh. über dem Gefrierpunkte, d. h., die Temperatur von*

ſachen unrichtig ausdruckt. Aus jenen Verſuchen erhellet nur ſo viel, dafs der unmittelbare Uebergang der Wärme von einem flüſſigen Theilchen in das benachbarte, und die Mittheilung der Wärme, durch eine ganze Reihe flüſſiger Theilchen, wenn dieſe unbewegt bleiben, *äuſserſt langſam* iſt, keinesweges aber, dafs gar keine ſolche Fortpflanzung Statt findet. Könnte keines der Waſſertheilchen Wärme aufnehmen und wieder fahren laſſen, ſo wäre auch der ganze Prozefs der Fortpflanzung der Wärme durch Circulation in Fluidis unmöglich; findet umgekehrt dieſes Statt, ſo kann auch die Wärme von Theilchen zu Theilchen übergehen, und ſich auf dieſe Art fortpflanzen, obgleich dieſe Fortpflanzung, wie die Verſuche lehren, ohne Vergleich ſchneller vermittelſt der innern Bewegung der flüſſigen Theilchen geſchieht. *d. H.*

Digitized by Google

40° *hat, wenn es auf der Oberfläche von Eis ſteht, in gleichen Zeiten immer eben ſo viel von dieſem Eiſe zu ſchmelzen vermag, als ein gleiches Volumen Waſſer von jeder höhern Temperatur, ſogar wenn es kochend heiſs iſt.* Es gehörte kein kleiner Grad von Vertrauen auf die Meinung, die ich über dieſen intereſſanten Gegenſtand gefaſst hatte, um mich an die Verſuche, die zu ihrer Beſtätigung nöthig waren, auch nur ganz für mich zu wagen.

8.

Ich that in ein cylindriſches Glas, 4,7 Zoll im Durchmeſſer, und 13,8 Zoll hoch, 43,87 Kubikzoll, oder, dem Gewichte nach, 1 Pfund 11½ Unze Troy-Gewicht Waſſer, ſtellte das Gefäſs in eine gefrierende Miſchung aus zerkleinertem Eiſe und gemeinem Seeſalze, und lieſs das Waſſer in eine compakte Maſſe gefrieren. Dieſe hing an dem Boden und den Seiten des Glaſes feſt und bildete einen Eiscylinder, gerade 3 Zoll hoch. Wäre der Boden des Gefäſses ganz eben geweſen, indeſs er etwas gewölbt war, ſo würde er nicht höher als 2,67 Zoll geworden ſeyn.

Sobald das Waſſer vollkommen gefroren war, wurde das Gefäſs aus der gefrierenden Miſchung gehoben, und in eine Miſchung von zerkleinertem Eiſe und reinem Waſſer geſtellt, wo es vier

Digitized by Google

Stunden ſtehen blieb, damit die Eisſcheibe im Gefäſse die Temperatur von 32° erhalten ſollte.

Das Gemenge von zerkleinertem Eiſe und Waſſer in der flachen Schale, worein das Glas geſetzt wurde, ſtand mit dem Eiſe im Glaſe in gleicher Höhe. Nach vier Stunden bedeckte ich die Eisſcheibe oben mit einem runden Stücke ſtarken Papiers, und ſchüttete behutſam 73¼ Unze Troy-Gewicht kochend heiſses Waſſer in das Glas, welches dadurch bis zu einer Höhe von 8 Zoll über der Oberfläche des Eiſes gefüllt wurde. Dann zog ich das runde Stück Papier, welches die Oberfläche des Eiſes bedeckte, ſehr behutſam weg, lieſs eine gewiſſe Anzahl von Minuten das heiſse Waſſer in Verbindung mit dem Eiſe, ſchüttete es dann ab, und wog das Gefäſs mit dem darin gebliebenen ungeſchmolzenen Eiſe, woraus ſich *die Menge von Eis ergab*, welche von dem heiſsen Waſſer, ſo lange ich es in dem Geſchirre hatte ſtehen laſſen, *geſchmolzen war*.

Dieſen Verſuch wiederhohlte ich an demſelben Tage viermal, (am 16ten März 1797,) indem ich bei jeder Wiederhohlung die Zeit, die das Waſſer auf dem Eiſe ſtehen blieb, veränderte. Folgendes waren die Reſultate dieſer Verſuche.

Digitized by Google

Verſuch.	Zahl der Min., die das heiſse Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Temperatur des heiſsen Waſſers, als es auf das Eis gegoſſen wurde.	Temperatur des heiſsen Waſſers, am Ende des Verſuchs 1 Zoll unter der Oberfläche.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
19	1	186°	—	1632
20	3¾	185°	—	1824
21	15	184°	170°	1757
22	60	186°	140°	2573

Aus dieſem Verſuche war es klar, daſs ein ſehr groſser Theil des geſchmolzenen Eiſes gleich zu Anfang ſchmolz, während das heiſse Waſſer in das Glas *gegoſſen* wurde, worauf gewöhnlich gegen 1 Minute hinging, und die Irregularitäten in den Reſultaten, vorzüglich der drei erſten Verſuche, zeigten deutlich, daſs die Quantität des dabei geſchmolzenen Eiſes in den verſchiedenen Verſuchen verſchieden war. Ich hatte es wirklich vorausgeſehen, daſs dies der Fall ſeyn würde, und aus der Urſache bedeckte ich die Oberfläche des Eiſes mit einem ſtarken Stück Papier, und ſuchte das Waſſer recht ſanft in das Glas zu gieſsen: aber alle dieſe Vorrichtungen reichten nicht hin, die groſsen Abweichungen in den Reſultaten der Verſuche zu hindern; und da ich vermuthete, daſs die Bewegung, welche in der heiſsen Waſſermaſſe hervorgebracht wurde, wenn ich das runde Stück Papier, welches das Eis bedeckte, hinwegzog, die

Digitized by Google

Haupturſache dieſer Abweichungen ſey, ſo nahm ich meine Zuflucht zu einem andern und beſſern Mittel.

Ich verſchaffte mir eine flache ſeichte Schale von leichtem Holze, die $\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe, $4\frac{1}{2}$ Zoll, d. h., etwas weniger als das Innere des Glaſes, im Durchmeſſer, und auf dem Boden etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke hatte, und durch den Boden bohrte ich eine groſse Anzahl ſehr kleiner Löcher, welche der Schale das Anſehen eines Siebes gaben. Dieſe durchbohrte hölzerne Schale wurde vorher *eiskalt* gemacht, dann auf die Oberfläche des Eiſes in dem Glaſe geſtellt, und darauf das heiſse Waſſer behutſam durch eine lange hölzerne Röhre hinein gegoſſen. Da dieſe durchlöcherte Schale ſchwamm und beſtändig auf der Oberfläche des Waſſers blieb, und da das Waſſer, das durch ſo viele hundert kleine Löcher drang, nicht mit Gewalt hinabſank, ſo wurden durch dieſes ſimple Mittel die heftigen Bewegungen gröſstentheils vermieden, die vorher in der Waſſermaſſe Statt fanden, als das heiſse Waſſer auf das Eis gegoſſen, und das Papier, welches daſſelbe bedeckte, weggezogen wurde. Damit das Waſſer, das durch die hölzerne Röhre, die einen halben Zoll weit war, floſs, nicht ſenkrecht und mit Gewalt auf den Boden der Schale fallen möchte, war das

Digitized by Google

Ende der Röhre mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen, und das Waſſer trat horizontal durch eine Anzahl kleiner Löcher in den Seiten am untern Ende der Röhre hinaus.

Sobald das heiſse Waſſer in das Glas hineingegoſſen war, wurde die Schale ſorgfältig herausgenommen, und das Glas mit einem runden hölzernen Deckel bedeckt, von deſſen Centro ein kleines Queckſilberthermometer hinabhing. Die guten Wirkungen dieſer neuen Einrichtung ſind nicht zu verkennen, wenn man die Reſultate der beiden erſten Verſuche, (23 und 24,) in der folgenden Tabelle mit den vorigen vergleicht.

Um indeſs die Störungen, die bei dem Verſuche durch das Eingieſsen des heiſsen Waſſers in das Geſchirr verurſacht wurden, noch beſſer zu heben, füllte ich eine kleine Phiole, die $8\frac{3}{4}$ Kubikzoll enthielt, mit eiskaltem Waſſer, goſs dieſes in das Glas, und bedeckte ſo die Oberfläche des Eiſes bis zur Höhe von 0,478 Zoll mit eiskaltem Waſſer. Auf dieſes Waſſer legte ich nun die hölzerne, durchlöcherte Schale, welche auch eiskalt gemacht war, und ſchüttete das heiſse Waſſer, wie vorhin, darauf. Und dieſes Mittel verminderte, (wie Verſuch 25, 26 und 27 zeigen,) die Irregularität in den Reſultaten noch mehr. Die Luft des Zimmers, in welchem dieſe

Digitized by Google

Verſuche gemacht wurden, hatte die Temperatur von 41°.

Verſuch.	Zahl der Minuten, die das heiſse Waſſer auf dem Eiſe ſtand.	Temperatur des heiſsen Waſſers 1 Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Verſuchs	am Ende des Verſuchs.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
23	1	196°	196°	413
24	3	190°	188°	703
25	10	192°	182°	580
26	30	190°	165°	914
27	180	190°	95°	3200

Bei dieſen drei letztern Verſuchen können wir mit einem ziemlichen Grade von Gewiſsheit beſtimmen, *wie viel Eis während des Actus des Eingieſsens in das Glas* geſchmolzen wurde, und daher auch die Anzahl der Grade, bei welchen das Eis beim gewöhnlichen Gange des Verſuchs ſchmilzt; wenn wir nämlich vorausſetzen, daſs gleiche Quantitäten Eis in gleichen Zeiten ſchmelzen.

Da beim 27ſten Verſuche 3200 Gran in 180 Minuten, beim 25ſten 580 Gran in 10 Minuten ſchmolzen, und wir ſicher annehmen können, daſs auch beim 27ſten Verſuche in 10 Minuten dieſelbe Eismenge als im 25ſten, d. h., 580 Gran, geſchmolzen ſey; ſo bleiben für die folgenden 170 Minuten 3200 — 580, d. i., 2620 Gran Eis übrig, welche während dieſer Zeit im 27ſten Verſuche

Digitized by Google

ſchmolzen, zumahl, da wir annehmen können, daſs, ſobald die Bewegung des Waſſers, die durch das Hineinſchütten verurſacht wurde, aufhört, auch der Prozeſs beim Eisſchmelzen von da an regelmäſsig wird.

Aber, wenn bei dem regulären Gange des Verſuchs nicht mehr als 2620 Gran in 170 Minuten zerſchmolzen, ſo iſt es klar, daſs nicht mehr als 154 Gran bei dem regulären Gange des Verſuchs in 10 Minuten ſchmelzen konnten. Was mehr ſchmolz, nämlich 580 — 154, d. i. 426 Gran, iſt für die Eismaſſe zu rechnen, die während der Zeit zerſchmolz, als ich das Waſſer in das Gefäſs ſchüttete.

Wir wollen nun ſehen, wie weit dieſes mit dem Reſultate des 26ſten Verſuchs übereinſtimmt. Bei dieſem wurden 914 Gran in 30 Minuten geſchmolzen. Ziehen wir von dieſer Quantität 426 Gran ab, für die Eismenge, die unſrer Rechnung gemäſs ſchmelzen muſste, *während das heiſse Waſſer in das Geſchirr gegoſſen wurde*, ſo bleiben 478 Gran übrig, für die Quantität, die beim regulären Gange des Experiments in 30 Minuten ſchmelzen muſste, und dies gäbe 159 Gran für die in 10 Minuten zerſchmolzene Eismenge, welches nur wenig von der vorigen Berechnung abweicht, wo dieſe Quantität zu 154 Gran be-

Digitized by Google

ſtimmt wurde. Indeſs iſt dieſer Unterſchied, ſo klein er auch ſcheint, doch hinreichend, eine wichtige Thatſache zu beweiſen, daſs nämlich die Wirkung der Bewegung, in welche das Waſſer durch das Hineingieſsen in das Glas geſetzt wurde, nach 10 Minuten nicht völlig aufgehört hatte. Wir werden daher der Wahrheit näher kommen, wenn wir die Quantität des Eiſes, welches beim regulären Gange des Verſuches in einer beſtimmten Zeit ſchmilzt, nach den Reſultaten der beiden Verſuche 26 und 27 beſtimmen.

Bei dem letzten dieſer Experimente wurden 3200 Gran in 180 Minuten, und bei dem erſtern 914 Gran in 30 Minuten geſchmolzen. Nehmen wir daher von den 3200 Gran, die in 180 Minuten ſchmolzen, die in den erſten 30 Minuten geſchmolzenen 914 Gran fort, ſo bleiben 2286 Gran für die Eismenge, die in den folgenden 150 Minuten ſchmolz, übrig, und alſo 152 Gran für die in 10 Minuten ſchmelzende Eismaſſe. Bei der vorigen Berechnung fanden ſich dafür 154 Gran. — *Auf dieſe Art* hätte alſo die dreifache Quantität oder 460 Gran in den 30 Minuten ſchmelzen können, während deren der 26ſte Verſuch dauerte. Ziehen wir dieſe Quantität von 914 Gran, der Quantität, die bei dieſem Verſuche wirklich ſchmolz, ab, ſo zeigt der Reſt von 458 Gran

Digitized by Google

wie viel zerſchmelzen muſste, während das heiſse Waſſer auf das Eis gegoſſen wurde, oder, den Bewegungen zu Folge, in welche das Waſſer während des Spiels dieſer Operation gebracht wurde. Die vorgehende Berechnung beſtimmte dieſes auf 426 Gran.

Aus den Reſultaten dieſer Berechnungen können wir, wie ich glaube, ſicher ſchlieſsen, daſs bei dem regulären Gange des Prozeſſes in 10 Minuten nicht mehr als 152 Gran durch das heiſse Waſſer geſchmolzen wurden.

9.

Ich fahre fort, Rechenſchaft von verſchiedenen Verſuchen abzulegen, bei welchen das Waſſer, welches beſtimmt war, das Eis zu ſchmelzen, eine *weit niedrigere Temperatur* hatte. Ich nahm eine kleine Quantität Eis, die noch ungeſchmolzen auf dem Boden des Geſchirres lag, heraus, that aufs neue Waſſer hinein, ſtellte das Glas in eine gefrierende Miſchung, und lieſs das Waſſer, welches im Glaſe 4 Zoll hoch ſtand, in eine feſte Eismaſſe frieren. Dann ſtellte ich das Glas in eine flache, irdene Schüſſel, umgoſs es bis zur Oberfläche des Eiſes, mit einem Gemiſche von Schnee und Waſſer, ſtellte dieſes in eine Stube, wo seit vielen Mona-

ten kein Feuer gemacht war, und wo die Temperatur 41° war, und liefs es 2 Stunden ruhig ſtehen, damit das Eis die Temperatur von 32° bekommen möchte. Darauf nahm ich das Glas aus der irdenen Schüſſel, wiſchte die Auſsenſeite trocken mit einem kalten Handtuche ab, wog das Glas mit dem darin befindlichen Eiſe genau, ſtellte es wieder in die irdene Schüſſel, und umgab es, wie vorher, mit Schnee und Waſſer, bis zu der Höhe der obern Eisfläche. Dann ſchüttete ich $73\frac{1}{4}$ Unze Troy-Gewicht, (15160 Gran,) Waſſer, von der Temperatur 41°, in das Gefäſs, und bedeckte damit das Eis bis zu derſelben Höhe, bis zu welcher es in dem vorhergehenden Verſuche bedeckt war, nämlich etwa 8 Zoll hoch. Auf dem Eiſe liefs ich es eine gewiſſe Anzahl Minuten ſtehen, ſchüttete es dann ab, trocknete die Auſsenſeite des Glaſes, und wog es nun, um zu beſtimmen, wie viel Eis geſchmolzen war. Beim Eingieſsen dieſes kalten Waſſers in das Glas brauchte ich dieſelbe Vorſicht, wie beim heiſsen Waſſer, indem ich es durch die hölzerne Röhre in die durchlöcherte hölzerne Schale goſs.

Folgende Tabelle zeigt die Reſultate von ſechs Verſuchen, die an demſelben Tage, (am 19ten März 1797,) alle mit der gröſsten Sorgfalt gemacht ſind.

Digitized by Google

Verſuch	Temperatur des Waſſers im Glaſe, 1 Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Verſuchs.	Temperatur des Waſſers im Glaſe, 1 Zoll unter der Oberfläche, am Ende des Verſuchs.	Temperatur der Luft.	Zahl der Minuten, die das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
28	41°	40°	41°	10	203
29	41°	40°	41°	10	220
30	41°	40°	41°	10	237
31	41°	40°	41°	10	228
32	41°	38°	41°	30	617
33	41°	38°	41°	30	585

Die Uebereinſtimmung dieſer Reſultate iſt eben ſo bewundernswürdig, als die überraſchende Thatſache, die dadurch bewieſen wird, daſs nämlich *kochend heiſses Waſſer in derſelben Zeit nicht mehr Eis aufthauet, wenn es ruhig auf deſſen Oberfläche ſteht, als Waſſer von der Temperatur von* 41°, oder von 9 Grad über dem Gefrierpunkte. Ja, man hat ſogar Grund, zu ſchlieſsen, daſs kochendes Waſſer nicht einmal ſo viel Eis als dieſes aufthauet. Ein noch weit merkwürdigerer Umſtand, der, wie ich glaube, ſich aus der Hypotheſe, (die man jedoch dann nicht länger für bloſse Hypotheſe halten wird,) daſs Waſſer ein Nichtleiter der Wärme iſt, auf eine genugthuende Art erklären läſst.

Bei den Verſuchen mit heiſsem Waſſer betrug die beim regulären Gange des Prozeſſes in 10 Minuten geſchmolzene Eismenge nicht mehr

Digitized by Google

als 152 Gran. Von dem kalten Waſſer wurden in dieſer Zeit nicht unter 203 Gran, und im Mittel 222 Gran Eis geſchmolzen. Doch iſt noch ein Umſtand bei dieſen Verſuchen mit kaltem Waſſer vorhanden, den wir unterſuchen müſſen, bevor ihre Reſultate als vollſtändige Beweiſe für jene wichtige Behauptung dienen können.

Bei den Verſuchen mit heiſsem Waſſer fanden wir, daſs ein groſser Theil des geſchmolzenen Eiſes durch die Bewegung geſchmolzen war, in welche das Waſſer durch das Eingieſsen in das Glas gebracht wurde, und daſs die Wirkungen dieſer Bewegung noch auf eine längere Zeit bemerkbar waren, als die meiſten der Verſuche mit kaltem Waſſer dauerten. Könnten nicht dieſe Verſuche mit kaltem Waſſer auch hierdurch geſtört worden ſeyn? Das wollen wir jetzt ſuchen ausfündig zu machen.

Beim 32ſten Verſuche wurden 617 Gran in 30 Minuten, und im 33ſten 585 Gran in derſelben Zeit geſchmolzen. Das Mittel aus beiden giebt 601 Gran für 30 Minuten. Ziehen wir nun davon die Eismenge ab, die im Mittel aus den 4 erſtern Verſuchen in 10 Minuten ſchmolz, d. h., 222 Gran, ſo bleiben noch 379 Gran für die Eismenge übrig, die in dieſen beiden letztern Verſuchen in 20 Minuten zerſchmolz, welches 189½

Digitized by Google

Gran für die Eismenge giebt, die, dem gleichförmigen Gange des Prozeſſes gemäſs, in 10 Minuten ſchmelzen muſsten.

Iſt die geſchmolzene Eismenge, (189½ Gran,) gleich geringer als die bei den Verſuchen, welche nur 10 Minuten dauerten, ſo iſt ſie doch noch beträchtlich gröſser als 152 Gran, welche in derſelben Zeit beim regulären Gange des Prozeſſes bei kochend heiſsem Waſſer ſchmolzen. Und ſo iſt denn, wie ich glaube, die groſse Frage, um deren Entſcheidung willen dieſe Verſuche angeſtellt wurden, entſchieden.

So entſcheidend mir indeſs auch das Reſultat dieſer Verſuche zu ſeyn ſchien, ſo fühlte ich mich doch bei der Sache zu ſehr intereſſirt, um mit meinen Unterſuchungen hier ſtehen zu bleiben.

Ich hatte ſowohl bei den Verſuchen mit kaltem, als bei denen mit warmem Waſſer gefunden, daſs eine beträchtliche Quantität Eis während des Actus des Eingieſsens in das Glas geſchmolzen war, den wellenförmigen Bewegungen zu Folge, in welche das Waſſer bei dieſer Operation gerieth, aller Mühe ungeachtet, die ich angewandt hatte, dieſe Bewegung und ihre Wirkungen zu verhindern. Ich verdoppelte daher meine Vorſicht, um mich vor dieſer Quelle des Irrthums und der Ungewiſsheit zu hüten. —

Digitized by Google

Ehe ich das Waſſer, es mochte kochend heiſs oder nur 41° warm ſeyn, in das Geſchirr goſs, bedeckte ich die Oberfläche des Eiſes bis zur Höhe von 0,956 Zoll, mit eiskaltem Waſſer, (d. h., noch einmal ſo hoch als bei den Verſuchen mit kochendem Waſſer,) und goſs dann das Waſſer in einem dünnen Strahle ſo langſam in das Glas, daſs ich nicht weniger als 3 Minuten brauchte, um das Glas bis zur Höhe von 8 Zoll über der Oberfläche des Eiſes zu füllen. Auch ſuchte ich den Einfluſs zu beſtimmen, den die Temperatur der Luft, ſo wie das Einwickeln des Glaſes in einen warm haltenden Körper, auf die Reſultate der Verſuche habe. Bei allen wurde daſſelbe Glas gebraucht, das ich aus vielen, ſeiner genauen cylindriſchen Form wegen, ausgeſucht hatte, und dieſelbe irdene Schüſſel, in die das Glas geſtellt, und ſtets bis in der Höhe des Eiſes, mit ſchmelzendem Schnee umgeben wurde.

Bei jedem der drei erſten Verſuche, die in der folgenden Tabelle ſtehen, war das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung von Baumwolle dicht umgeben. Dieſe Bedeckung, (die über einen Zoll dick war,) reichte von der Oberfläche des ſchmelzenden Schnees, in dem das Glas ſtand, bis zum oberſten Ende des Glaſes. Die Oeffnung des Cylinders war erſt mit einem runden hölzer-

Digitized by Google

nen Deckel bedeckt, (von deſſen Centro ein Thermometer herabhing, deſſen Kugel bis auf 1 Zoll unter die Oberfläche des Waſſers reichte,) und auf dieſen wurde noch eine dicke Bedeckung von Baumwolle gebracht.

Bei allen übrigen Verſuchen in der folgenden Tabelle blieb das Glas der Luft bloſs geſtellt, bis auf den untern Theil, der mit ſchmelzendem Schnee oder mit zerkleinertem Eiſe und Waſſer umgeben war.

In den beiden Verſuchen 37 und 38, die mit Sternchen bezeichnet ſind, wurde die Oberfläche des Eiſes nur bis zur Höhe von 0,478 Zoll, bei allen andern aber bis zur Höhe von 0,956 Zoll mit eiskaltem Waſſer bedeckt.

Verſuch	Temperatur des Waſſers im Geſchirr 1 Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Verſuchs.	am Ende des Verſuchs.	Temperatur der Luft.	Zahl der Minuten, die das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
34	188°	179°	41°	30	634
35	189°	180°	41°	30	747
36	190°	147°	41°	180	3963
37	41°	38°	41°	30	592*
38	41°	43°	61°	30	676*
39	186°	157°	61°	30	559
40	188°	156°	61°	30	575
41	190°	156°	61°	30	542
42	41°	43°	61°	30	573
43	42°	44°	61°	30	575
44	42°	35°	61°	120	2151

Digitized by Google

Die Reſultate dieſer Verſuche liefern Stoff zu mehrern intereſſanten Spekulationen. Ich genüge mir aber für jetzt mit zwei oder drei Bemerkungen. Obgleich, *erſtens*, Verſuch 34 und 35 jeder 30 Minuten dauerte, ſo wurde doch beträchtlich weniger Eis geſchmolzen als im 26ſten Verſuche, der eben ſo lange Zeit währte. Deſſen ungeachtet ſchmolz in Verſuch 36 in 180 Minuten mehr Eis, als in dem 27ſten Verſuche von derſelben Dauer; ein Unterſchied, deſſen Grund ich nachher erklären werde. Der Unterſchied in den Reſultaten der Verſuche von 30 Minuten wurde unſtreitig durch die Maaſsregeln bewirkt, die bei den letztern Verſuchen genommen waren, um den Effekt der heftigen Bewegungen, in welche das heiſse Waſſer beim Eingieſsen in das Glas gerieth, zu hemmen.

Zweitens, erhellet, daſs in derſelben Zeit mehr Eis bei den Verſuchen ſchmolz, da das Geſchirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, als in denen, da es der Luft der Stube ganz bloſs geſetzt war. Und dieſer Unterſchied iſt wirklich beträchtlich. Die in 30 Minuten, nach einer Mittelzahl, geſchmolzene Eismenge betrug, während das Geſchirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, (nach Verſuch 34 und 35,) 690½ Gran, hingegen als das Geſchirr un-

Digitized by Google

bedeckt war, (nach Verſuch 39, 40, 41,) nur 558$\frac{7}{3}$ Gran.

Drittens, war die geſchmolzene Eismenge bei gleichen Umſtänden, (das heiſst, bei unbedecktem Glaſe,) als die Temperatur des Waſſers etwa 41° betrug, beträchtlich gröſser, als bei faſt kochend heiſsem Waſſer. Bei dem 41ſten Verſuche, als das zugegoſſene Waſſer die Temperatur von 190° hatte, wurden nur 542 Gran in 30 Minuten, bei dem folgenden 42ſten Verſuche hingegen, als das Waſſer die Temperatur von 41° hatte, oder um 149° kälter war, in derſelben Zeit 573 Gran Eis geſchmolzen.

Da ich fand, daſs das heiſse Waſſer mehr Eis ſchmolz, wenn ich das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung von Baumwolle umgab, ſo war ich neugierig, zu ſehen, was die Wirkung ſeyn würde, wenn ich das Glas *bis an den Rand* in ein Gemiſch von Schnee und Waſſer tauchte. Zugleich wünſchte ich, zu erfahren, ob nicht Waſſer bei einer wenig höhern Temperatur, als die, wobei es nicht mehr durch Kälte verdichtet wird, in einer gegebenen Zeit mehr Eis ſchmelze, als eine gleiche kältere oder beträchtlich heiſsere Menge von Waſſer. Das Reſultat des 43ſten Verſuchs hatte mir durch eine ſimple Rechnung gezeigt, daſs, wenn die Temperatur des Waſſers

Digitized by Google

nur wenige Grade über dem Gefrierpunkte, und die Menge oder Tiefe deſſelben nicht ſehr beträchtlich iſt, es bald ſo ſehr abgekühlt wird, daſs es wahrſcheinlich dadurch den Prozeſs des Eiſchmelzens hindert. Beim heiſsen Waſſer überzeugte mich die gröſsere Eismenge, die in dem mit warm haltender Bedeckung umgebenen Glaſe geſchmolzen war, daſs die wahre Urſache, warum heiſses Waſſer bei meinen Verſuchen nicht ſo viel Eis als kaltes Waſſer ſchmolz, in den Störungen zu ſuchen ſey, welche bei dem Prozeſſe des Schmelzens durch die herabſteigenden Ströme verurſacht wurden, welche ſich in dem heiſsen Waſſer bildeten, wenn es von der Luft und den Seiten des Glaſes abgekühlt wurde. Dieſe herabſteigenden Ströme ſtieſsen in der Region der conſtanten Temperatur von 40° mit den kalten Strömen, die von der Oberfläche des Eiſes aufwärts ſteigen, zuſammen; und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daſs die aufſteigenden Ströme, von deren Bewegung das Schmelzen des Eiſes abhängt, durch dieſe Colliſion gehemmt wurden. Indem ich aber machte, daſs das heiſse Waſſer von auſsen her langſamer abgekühlt wurde, und zu dem Ende das Geſchirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgab, ſo verringerte ſich natürlicher Weiſe die Geſchwindigkeit der herabſteigenden

Ströme, und die Reſultate der Verſuche zeigen, daſs dann das Schmelzen des Eiſes beſchleunigt wurde.

Bei der ſchnellen Abkühlung und der daraus folgenden ſchnellen Bewegung der herabſteigenden Ströme im unbedeckten Glaſe, wurden nicht mehr als ungefähr 542 oder höchſtens 575 Gran in 30 Minuten geſchmolzen. Da aber das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, wurden in derſelben Zeit 634, und bei einem der Verſuche ſogar 747 Gran geſchmolzen.

Das Eintauchen des Glaſes in ein erkältendes Gemiſch von Schnee und Waſſer, muſste die Abkühlung des heiſsen Waſſers im Glaſe, und mithin die Geſchwindigkeit der herabſteigenden Ströme beſchleunigen, und dadurch muſsten unſtreitig die von der Oberfläche des Eiſes aufwärts ſteigenden Ströme ſehr gehemmt, und die Quantität des geſchmolzenen Eiſes verringert werden. Daſs dieſes wirklich der Fall war, zeigen folgende Verſuche, mit den Reſultaten der Verſuche 39, 40 und 41 verglichen.

Digitized by Google

Verſuch.	Temperatur des Waſſers im Geſchirre 1 Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Verſuchs.	Temperatur des Waſſers im Geſchirre 1 Zoll unter der Oberfläche, am Ende des Verſuchs.	Temperatur des kalten Gemiſches, in welches das Geſchirr bis an den Rand getaucht wurde.	Zahl der Minuten, die das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
45	188°	68°	32°	30	406
46	186°	67°	32°	30	440
47	189°	68°	32°	30	432
48	187°	67°	32°	30	355
49	188°	68°	32°	30	364
Menge des in dieſen 5 Verſ. geſchmolzenen Eiſes					1997
Mittlere Menge des durch heiſses Waſſer geſchmolzenen Eiſes, wenn das Glas bis zum Rande in ſchmelzendem Eiſe und Waſſer ſtand — — —					Gran. 399⅖
Mittlere Menge des durch heiſses Waſſer in 30 Minuten geſchmolzenen Eiſes, bei Verſuch 26 und 27, da der Theil des Glaſes, welchen das Waſſer einnahm, mit Luft von der Temperatur von 41° umgeben war —					456
Mittlere Menge des durch heiſses Waſſer in 30 Minuten geſchmolzenen Eiſes, bei den Verſuchen 39, 40 und 41, als der Theil des Glaſes, welchen das Waſſer einnahm, mit Luft von der Temperatur von 61° umgeben war — — —					558⅘
Mittlere Menge des durch heiſses Waſſer in 30 Minuten geſchmolzenen Eiſes, bei Verſuch 34 und 35, als der Theil des Glaſes, welchen das Waſſer einnahm, mit einer dicken warm haltenden Bedeckung von Baumwolle umgeben war — — —					690⅘

Alle dieſe Verſuche, auf dieſelbe Art und mit gleicher Sorgfalt angeſtellt, unterſchieden ſich nur in der Art, wie die Aufsenſeite des Glaſes über der Oberfläche des darin befindlichen Eiſes,

Digitized by Google

bedeckt war, und die Reſultate zeigen die Wirkungen, die durch dieſe Veränderungen hervorgebracht wurden.

Ich hätte vielleicht muthmaſsen können, daſs die gröſsere Quantität Eis, die geſchmolzen wurde, als die Wärme des Waſſers am längſten in dem Glaſe beiſammen blieb, wenigſtens zum Theil durch die vermittelſt des Glaſes nach unten zu verbreitete Wärme, verurſacht ſey. Daſs dieſes aber nicht der Fall ſeyn konnte, fällt theils aus der Art, wie ich das Eis ſtets geſchmolzen fand, theils durch die Reſultate ähnlicher Verſuche, die ich mit weit kälterm Waſſer machte, in die Augen.

Wäre das Eis von der durch das Glas communicirten Wärme geſchmolzen, ſo würde es ohne Zweifel am meiſten auf den Stellen ſeiner Oberfläche geſchmolzen ſeyn, wo es das Glas berührte; aber nie fand ich, daſs dieſes wirklich der Fall war.

Die Reſultate der folgenden Verſuche zeigen, (was man in der That auch leicht hätte vorausſehen können,) daſs die Temperatur des Medii, welches den obern Theil des Geſchirres umgab, auf den Erfolg der Verſuche, wenn das Waſſer von ſehr verſchiedener Temperatur war,

Digitized by Google

nicht immer einen gleich grofsen Einfluſs hatte, ſelbſt nicht immer auf *dieſelbe Art*.

Um die Vergleichung dieſer Verſuche und der vorigen, die ihnen ähnlich ſind, zu erleichtern, ſtelle ich ſie hier zuſammen.

Verſuch.	Temperatur des Waſſers im Geſchirre 1 Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Verſuchs.	Temperatur des Waſſers im Geſchirre 1 Zoll unter der Oberfläche, am Ende des Verſuchs.	Temperatur des Mediums, womit der obere Theil des Glaſes umgeben war.	Zahl der Minuten, die das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
50	41°	36°	32°	30	542
37	41°	38°	41°	30	592
42	41°	43°	61°	30	576

Es iſt in der That ſehr merkwürdig, daſs ſo viel mehr Eis durch Waſſer bei der Temperatur von 41°, als durch kochend heifses Waſſer ſchmilzt, wenn das Geſchirr, welches das Eis enthält, in beiden Fällen mit einem kalten Gemiſche von zerkleinertem Eiſe und Waſſer umgeben iſt. Bei dem 50ſten Verſuche ſchmolzen durch das kalte Waſſer 542 Gran, dagegen durch kochend heifses Waſſer im Mittel der fünf Verſuche 45 bis 49, nur 399$\frac{3}{5}$ Gran Eis. Doch ſind die Reſultate der vier folgenden Verſuche, wo möglich, noch überraſchender.

Dieſe Verſuche wurden mit Waſſer von der Temperatur von 61° gemacht, die Temperatur der Stubenluft war ebenfalls 61°. Während der beiden

Digitized by Google

beiden erſten war das Geſchirr bis zum Rande in ein Gemiſch von Schnee und Waſſer geſetzt, bei den beiden letztern hingegen der obere Theil des Glaſes frei und von der Stubenluft umgeben. So wie bei den vorigen Verſuchen, war auch hier wieder, ehe das Waſſer in das Geſchirr gegoſſen wurde, die Oberfläche des Eiſes bis zur Höhe von 0,956 Zoll mit eiskaltem Waſſer bedeckt worden; und immer wurde dieſelbe Quantität Waſſer gebraucht, nämlich 73¼ Unzen Troy-Gewicht, oder ſo viel als hinreichend war, das Geſchirr bis 8 Zoll hoch zu füllen.

Verſuch.	Temperatur des Waſſers im Geſchirre 1 Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Verſuchs.	am Ende des Verſuchs.	Temperatur des Medii, womit der obere Theil des Glaſes umgeben war.	Zahl der Minuten, die das Waſſer auf dem Eiſe ſtand.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
51	61°	49°	32°	30	660
52	61°	50°	32°	30	662
53	61°	60°	61°	30	642
54	61°	60°	61°	30	650

Hierbei iſt nicht nur das merkwürdig, daſs der Unterſchied, der in der geſchmolzenen Eismenge von der Abkühlung der Seiten des Glaſes herrührte, ſo geringe war, ſondern noch weit mehr, daſs dieſer Unterſchied gerade entgegengeſetzt mit dem war, der in den Verſuchen mit heiſsem Waſſer durch denſelben Umſtand bewirkt wurde. Es zer-

Digitized by Google

ſchmolz hier mehr Eis, wenn die Auſsenſeite des Glaſes eiskalt erhalten, als wenn ſie mit einer Luft von 61° Wärme umgeben wurde.

10.

Alle dieſe Erſcheinungen können, wie ich glaube, aus den angenommenen Principien über die Art, wie die Wärme ſich in flüſſigen Körpern verbreitet, genugthuend erklärt werden. Doch ſtatt uns jetzt noch tiefer in dieſe abſtrakten Spekulationen einzulaſſen, wollen wir lieber *einen Rückblick auf alle unſre Verſuche werfen*, und zuſehen, welche *allgemeine Reſultate* wir daraus mit Gewiſsheit ziehen können.

Einer der Verſuche, bei welchem die gröſste Quantität Eis durch *heiſses Waſſer* geſchmolzen wurde, iſt Verſuch 36, wo in 3 Stunden, oder 180 Minuten, 3963 Gran ſchmolzen. Ziehen wir von dieſer Quantität die ab, welche zu Folge der beiden vor dieſem vorhergehenden Verſuche, in den erſten 30 Minuten ſchmelzen muſsten, nämlich 69c½ Gran, ſo bleiben für die Eismenge, die in den letzten 150 Minuten ſchmolz, 3272½ Gran übrig, und das giebt 654½ Gran für die Eismenge, die *bei dem regulären Gange des Experiments* in 30 Minuten ſchmolz. Dieſe abgezogen von den obigen 69c½ Gran, laſſen 36 Gran für die Menge

von Eis übrig, die bei dieſen beiden Verſuchen durch die temporären Bewegungen geſchmolzen war, in welche das heiſse Waſſer bei der Operation des Waſſereingieſsens in das Glas geſetzt wurde. Dieſes iſt ſehr unbeträchtlich, und zeigt, daſs die Mittel, die angewandt wurden, um den Einfluſs dieſer Bewegungen zu mindern, ſehr wirkſam waren.

Da die Reſultate der drei Verſuche 34, 35 und 36 ſo auſserordentlich regelmäſsig und genugthuend waren, (indem die Wärme des Waſſers durch die warme Bedeckung, welche das Glas umgab, ganz ſcheint beiſammen gehalten zu ſeyn,) und da der Prozeſs des Eisſchmelzens im 36ſten Verſuche drei Stunden regelmäſsig und gleichförmig vor ſich ging; ſo ſcheinen wir dadurch berechtigt, zu ſchlieſsen, daſs nicht gut mehr Eis durch kochend heiſses Waſſer geſchmolzen werden kann, (wenn es *auf dem Eiſe ſteht*,) als in dieſem Verſuche geſchah. Und dieſe Eismenge betrug auf 30 Minuten 654½ Gran.

Da ich mich indeſſen bei dieſen drei Verſuchen auſserordentlicher Mittel bedient hatte, durch welche eine ungewöhnliche Menge von Eis geſchmolzen worden war, ſo konnten ſie mit den Verſuchen, die mit kaltem Waſſer gemacht

Digitized by Google

wurden, nicht übereinſtimmen, und laſſen ſich daher eigentlich nicht mit ihnen vergleichen. — Als aber die Verſuche in beiden Fällen auf eine ähnliche Art angeſtellt wurden, waren die mittlern Reſultate folgende:

	Als in das Glas gegoſſen war	Gewicht des Eiſes, das in 30 Minuten ſchmolz. Gran.
Verſuche, bei denen der mit Waſſer angefüllte Theil des Glaſes, der Luft, bei einer Temperatur von 61°, unbedeckt ausgeſetzt wurde.	kochend heiſses Waſſer, (Verſuch 39, 40 und 41)	558⅔
	Waſſer von der Temperatur von 61°, (Verſuch 52 und 54)	646
	Waſſer von der Temperatur von 41°, (Verſuch 42 und 43)	574
Verſuche, bei welchen der mit Waſſer angefüllte Theil des Glaſes mit zerkleinertem Eiſe und Waſſer umgeben war, und daher die Temperatur von 32° hatte.	kochend heiſses Waſſer, (Verſuch 45, 46, 47, 48 und 49)	399⅔
	Waſſer von der Temperatur von 61°, (Verſuch 51 und 52)	661
	Waſſer von der Temperatur von 41°, (Verſuch 50)	542

Aus den Reſultaten aller Verſuche läſst ſich mit Sicherheit der Schluſs wagen, daſs kochend heiſses Waſſer, *wenn es auf der Oberfläche des Eiſes ſteht*, nicht mehr von dieſem Eiſe zu ſchmelzen vermag, als eine gleiche Quantität Waſſer von der Temperatur von 41°, oder bei einer

Temperatur, die nur 9 *Grad* über dem Gefrierpunkte ſteht. Und dieſe Thatſache wird man, wie ich mir ſchmeichle, als den unläugbarſten Beweis, dafür gelten laſſen, daſs das Waſſer ein vollkommener *Nichtleiter der Wärme iſt*, und daſs die Wärme ſich darin nur den Bewegungen zu Folge ausbreitet, die ſie in den iſolirten und einzelnen Partikeln des Fluidi verurſacht. *) Dieſe Entdeckung öffnet unſerm Blicke eine der intereſſanteſten Scenen in die Oekonomie der Natur, welche ich dem folgenden Kapitel vorbehalte.

*) Die Einſichten, die uns dieſe Entdeckung in die Natur des mechaniſchen Prozeſſes gewährt, der bei chemiſchen Auflöſungen ſtatt findet, fallen zu ſehr in die Augen, als daſs ſie einer weitern Erklärung bedürften. Es ſcheint mir, als würden ſie uns in den Stand ſetzen, alle verſchiedene Phänomene der chemiſchen Verwandtſchaften und der Vegetation auf eine genugthuende Art zu erklären. Vielleicht daſs ſelbſt alle Bewegung unbelebter Körper auf der Oberfläche der Erde ſich derſelben Urſache zuſchreiben läſst, nämlich *der Nicht-Wärme-leitenden Kraft der flüſſigen Körper.* (!)

VI.

BESCHREIBUNG
der verbeſſerten Luftpumpen
von
SADLER und PRINCE.

Ventile verhindern, wie bekannt, in den Luftpumpen, die gröſste, ſonſt erreichbare Verdünnung, dadurch, daſs die geringe Expanſivkraft der ſtark verdünnten Luft, wenn die atmoſphäriſche Luft von der andern Seite auf dem Ventile laſtet, ſie nicht mehr zu öffnen vermag. Gegen dieſe Unvollkommenheit arbeiteten alle, welche die gewöhnlichen Ventilpumpen zu vervollkommnen ſuchten. Smeaton verſchloſs zu dem Ende den Stiefel oben luftdicht, verſah ihn mit einem dritten Ventile, und durchbohrte das Ventil mehrere Mahl. Cuthbertſon warf die Blaſenventile ganz fort, nahm ſtatt ihrer drei koniſche und cylindriſche Ventile, die ſtark geöhlt wurden und ſich zum Theil mechaniſch öffneten, und ſetzte über den Stiefel zwei Oehlbehälter. James Sadler, Chemiſt der Admiralität in London, geht noch einen Schritt weiter, und nähert ſich dadurch der bekannten *Baaderſchen* Luftpumpe mit Queckſilber, nach Hinden-

Digitized by Google

burgs ſinnreicher Verbeſſerung, *) die jedoch in England noch ganz unbekannt zu ſeyn ſcheint. Die groſse Wirkſamkeit des Oehls in der Cuthbertſonſchen Luftpumpe, veranlaſste ihn, ſich des Oehls, wie Hindenburg des Queckſilbers, zu bedienen. Folgendes iſt die Beſchreibung ſeiner Luftpumpe, die er als ſehr einfach, wohlfeil und wirkſam rühmt, wie er ſie in Nicholsons *Journal der Phyſik*, Nr. X, 1798, mittheilt:

Auf Tafel VI ſtellt in Figur 2, *AB* den Stiefel vor, *Q* den maſſiven Stempel, der etwas loſe geliedert iſt, und *O* die oberhalb gezähnte Kolbenſtange, welche auf die gewöhnliche Art durch Rad und Kurbel bewegt wird. Der Stiefel hängt durch die Röhre *C* mit dem Behälter *D* zuſammen. Dieſen verſchlieſst oberwärts das (Kegel-) Ventil *K*, welches ſich aufwärts, nach dem kleinen Kaſten *L* zu, öffnet. Eine Röhre *NE*, geht mitten durch den Teller *P*, in den Behälter *D* hinab, ſetzt ihn mit dem Recipienten auf dem Teller in Verbindung, und hat an ihrem untern Ende ein (Kegel-) Ventil *E*, deſſen Kegel auf einem Drahtſtabe *FE* ſitzt, der aus der Röhre

*) *Antliae novae hydraulico-pneumaticae mechanismus et deſcriptio, auctore* C. F. Hindenburg, Lipſ. 1787. Vergl. *Journal der Phyſik*, B. II, S. 459.

Digitized by Google

C hinaus, durch eine Lederbüchſe, geht, und an dem einen Arme des Hebels *FH* befeſtigt iſt. *G* iſt der Ruhepunkt. Ein Gewicht *H* laſtet auf dem andern Hebelarme, drückt dadurch den Kegel *E* in das Ventil hinauf, und verſchlieſst dieſes luftdicht. Vermittelſt eines ähnlichen Stabes *HI*, der vom letztern Hebelarme aufwärts geht und beim Spiele des Stempels in die Höhe gedrückt wird, öffnet ſich das Ventil bei *E*.

Soll die Luftpumpe gebraucht werden, ſo zieht man den Stempel hinaus, und gieſst den Stiefel voll Oehl, welches, den hydroſtatiſchen Geſetzen gemäſs, in der Röhre *CD* bis zu derſelben Höhe hinan ſteigt. Wird nun der Kolben wieder hineingeſchoben und herabgewunden, ſo treibt er das Oehl und die Luft über demſelben vor ſich her. Dieſe wird in *D* zuſammen gedrückt, öffnet folglich das Ventil *K*, und ſtrömt durch daſſelbe ſo gänzlich aus, daſs ſelbſt noch ein wenig Oehl in den Kaſten *L* nachſteigt. Wird darauf der Kolben, der luftdicht ſchlieſst, wieder hinaufgewunden, ſo ſinkt das Oehl ihm nach, und im Behälter *D* entſteht ein luftleerer Raum, bis ein Zahn der hinaufgehenden Kolbenſtange den Arm *I* faſst, und durch ihn den Hebel *GF* dreht, ſo daſs das Ventil *E* geöffnet wird. Sogleich ſtrömt die Luft aus dem Recipienten in

Digitized by Google

den Behälter *D* über, verbreitet sich in beiden gleichförmig, und wird folglich im Recipienten verdünnt. So wie aber der Kolben wieder zurück geht, läßt der Druck auf den Arm *I* nach, das Ventil *E* schließt sich wieder, durch die Schwere des Gewichtes *H*, und das Spiel fängt von neuem an, indem die in *D* hineingedrungene Luft nun abermals aus dem Ventile *K* hinausgetrieben wird. Und zwar wiederum gänzlich, wie zuvor, indem bei jedem Kolbenspiele nicht bloſs alle Luft, sondern auch noch Oehl durch das Ventil *K* getrieben wird, das aus dem Kaſten *L* durch die Röhre *LM* in den Stiefel, und beim Heraufgange des locker gegliederten Kolbens, neben ihm vorbei, wieder zum übrigen Oehle in den Stiefel hinabfließt. Daher läſst sich die Luft in dieſer Maſchine, so weit man will, verdünnen.

Das Ventil *K* vertritt hier die Stelle des obern, und das Ventil *E* die des untern Cylinderventils in Cuthbertsons Luftpumpe, und das Oehl bildet eine Art von flüſſigem Kolben, der eben deshalb jede Figur annimmt, und bei allen Unregelmäſsigkeiten im Behälter *D*, doch immer genau anschließt. Ich weiſs indeſs nicht, sagt Nicholson, ob das Oehl, bei seinem beſtändigen Umlaufe, sich nicht mit der Zeit verändern, oder voll Luftblasen werden sollte, die es zu dieſem

Digitized by Google

Prozeſſe untauglich machen würden, und ob nicht vielleicht Queckſilber oder eine andere Flüſſigkeit dazu geſchickter wäre. So viel fällt indeſs in die Augen, daſs eine Luftpumpe nach dieſer Einrichtung ſich von vielen bauen läſst, die andere auszuführen nicht geſchickt genug ſind.

* * *

In Figur 3 iſt ein Stiefel für eine Luftpumpe nach gewöhnlicher Einrichtung abgebildet, in welchem der ſchädliche Raum zwiſchen dem Kolben und dem Bodenventile völlig vermieden, und die Bewegung dieſes Ventils geſichert iſt. *AB* iſt der Stiefel, *O* die Kolbenſtange, *C* das Ventil im Kolben, *II* die Lederumgebung, und *LL* ein ausgehöhltes Stück Metall, welches die Höhlung *MM* am Boden des Stiefels, rund um das untere Ventil, beinahe ausfüllt. Dieſes Stück *LL* ſchlieſst nicht an den Stiefel an, und durch den Kolben ſind zwei Löcher *KK* gebohrt, die den Zwiſchenraum zwiſchen *LL* und den Stiefel mit der innern Ventilhöhle des Kolbens verbinden. Ueberdies iſt der Kolben ſo locker geliedert, daſs beim Hinaufgehen der Luftdruck etwas von dem Oehle, welches man beim Gebrauche der Maſchine über den Kolben gieſst, neben ihm vorbei in den untern Theil des Stiefels preſst. *P* iſt die

Verbindungsröhre mit dem Recipienten; *N* eine Schraube, durch deren Mutter das überflüſſige Oehl abgelaſſen werden kann, und *GE* ein Hebel, durch den das untere Ventil, wie in der vorhin beſchriebenen Luftpumpe, vom heraufgehenden Stempel geöffnet wird, wenn dieſer ſeine höchſte Lage erreicht hat, und dann dringt die Luft aus dem Recipienten in den Stiefel. Wird der Kolben wieder herabgewunden, ſo ſchließt ſich ſogleich das Ventil *D*, die Luft ſteigt durch das Kolbenventil aus dem Stiefel; und iſt der Kolben in ſeine unterſte Lage gekommen, ſo wird das Oehl auf dem Boden des Stiefels *MM* durch das Stück *LL* herauf, durch alle Höhlungen unter den Kolben gepreſst, und treibt die Luft durch das Ventil *C* vollends hinaus. Zugleich ſteigt auch ſelbſt etwas Oehl durch dieſes Ventil über den Kolben, welches beim Heraufwinden, neben demſelben wieder in die Höhlung *MM* hinabrinnt.

Auf eine andere, doch minder einfache Art als Cuthbertſon und Sadler, ſuchte ein Phyſiker, Prince, der zu Salem in Nordamerika, (wahrſcheinlich als Prediger,) lebt, die Fehler der Smeatonſchen Luftpumpe zu verbeſſern.

Digitized by Google

Er beſchreibt und vergleicht ſeine Vorrichtung mit der Smeatonſchen weitläuftig in dem einzigen bisher erſchienenen Bande der Schriften der *American Academy*. Aus dieſem entlehnt ſie Nicholsons *Journal of Nat. Phil.* etc., Nr. III, Jun. 1797, wo man zugleich eine Beſchreibung der Cuthbertſonſchen Luftpumpe findet, und Adet überſetzte dieſen Aufſatz in den *Annales de Chemie*, Nr. 74, 1798. Die Cuthbertſonſche Luftpumpe, auf die man jetzt erſt in England und Frankreich aufmerkſam zu werden ſcheint, iſt unter uns zu bekannt, *) als daſs ſie einer fernern Beſchreibung bedürfte, und vom Eigenthümlichen der Prince'ſchen Vorrichtung gebe ich hier nur eine kurze Idee, da ſie der Cuthbertſonſchen und Sadlerſchen, und noch mehr der vom Herrn Dr. van Marum verbeſſerten Sengwerdiſchen Luftpumpe, wo auch nicht an Einfachheit, doch an Schnelligkeit der Arbeit, nachzuſtehen ſcheint, und werde dafür eine umſtändliche Beſchreibung dieſer letztern in das folgende Heft einrücken.

*) Beſchreibung einer verbeſſerten Luftpumpe, von John Cuthbertſon, aus dem Engl. Mannheim 1788. 8. Das engliſche Original: *Deſcript. of an improved Air-Pump by John Cuthb.* Lond. 8. 41 Seiten; hat keine Jahrszahl.

Digitized by Google

Da das obere Ventil im Stiefel der Smeatonſchen Luftpumpe, das Bodenventil, das ohne dies am ſchwierigſten zu verfertigen iſt, entbehrlich macht, ſo läſst Prince dieſes ganz fort, und endigt dagegen jeden der beiden Stiefel, (von denen man in Fig. 4 den einen, *AB*, ganz, vom andern aber, um die Figur nicht zu ſehr zu überladen, nur den oberſten Theil *Q*, und zwar der Deutlichkeit halber, zu weit herabgerückt ſieht,) in einen Behälter *CD*, *WX*, in den ſich die Kolben *E*, *VV*, bis unter die Verbindungsröhre des Stiefels mit dem Teller, *b*, hinabwinden laſſen. Doch ſtoſsen ſie nicht ganz auf den Boden dieſes Behälters, der etwas weiter wie der Stiefel iſt, auf, um nicht einen ſchlottrigen Gang anzunehmen und aus der ſenkrechten Richtung zu kommen. Da ſie indeſs bei jedem Herabgehen, bis unterhalb der Stelle *b* kommen, wo die Verbindungsröhre ſich in dem Stiefel öffnet, ſo würde ſchon ein maſſiver Kolben hinreichen, mit Hülfe des Deckelventils die Luft gehörig auszupumpen. Um aber das Kolbenſpiel anfangs zu erleichtern, durchbohrt Prince den Kolben in drei gleich weit von einander entfernte Oeffnungen, die er mit einer Blaſe überzieht, und die ein Ventil bilden, das ſich bei groſser Verdünnung zwar nicht mehr öffnet, dadurch aber die fernere Verdünnung

Digitized by Google

nicht hemmt. Die Luft, die der herabgehende Kolben vor ſich her treibt, dringt nicht in den Recipienten zurück, ſondern in den zweiten Stiefel, deſſen Kolben alsdann gerade heraufgeht. Die Kolbenſtangen gehen luftdicht durch Lederbüchſen *GG*, und werden auf die gewöhnliche Art durch Kurbel und Rad bewegt. Die Decke des Stiefels liegt nicht am obern Ende, ſondern etwas oberhalb ſeiner halben Höhe.

So wie in der Smeatonſchen Luftpumpe, öffnen ſich die beiden Deckelventile *K*, *S*, in Röhren, *Kc*, *Rc*, welche mit einer dünnen Röhre *OO* zuſammenhängen, die zwiſchen den beiden Stiefeln aufrecht ſteht, und ſich in zwei Röhren *p* und *o* endigt, die durch das Bodenſtück der Luftpumpe gehen. Die eine derſelben, *o*, führt zu der kleinen *Ventilpumpe*, die zweite, *p*, theilt ſich wieder in zwei Aeſte, *q*, *r*, wovon der eine, *r*, mit dem Recipienten, der andere, *q*, mit der Barometerprobe vorn auf der Pumpe, in Verbindung ſteht.

Um nämlich zu bewirken, daſs die Deckelventile ſich eben ſo leicht als die Kolbenventile öffnen, und dadurch den ſchädlichen Raum zu vermeiden, der ſonſt zwiſchen den Kolben und den Deckelventilen bleiben würde, bringt Prince auf dem Boden der Luftpumpe noch eine

Digitized by Google

kleine Luftpumpe an, welche man in Fig. 5 bei *A* ſieht. Sie iſt ganz wie die groſse gebauet, doch hat ſie nur Einen Stiefel und einen kleinen maſſiven Kolben, und macht ein charakteriſtiſches Stück dieſer Luftpumpe aus. Durch dieſe ſogenannte Ventilpumpe wird vor jedem Hub die Luft über dem Deckelventile verdünnt. Dabei muſs aber ihre Verbindung mit dem Recipienten unterbrochen werden, welches durch einen dreifach durchbohrten Hahn *C*, in der Verbindungsröhre *r*, Fig. 4, geſchieht, durch deſſen Hülfe dieſe Maſchine ſich, eben ſo wie die Smeatonſche, auch zur Compreſſionsmaſchine umſtalten läſst. — Die gewöhnliche Barometerprobe ſteht vorn auf dem Boden der Pumpe; eine zweite, *XY*, mitten auf dem Querſtücke *MM*, welches die Deckel der Pumpen verbindet, und dieſe zeigt ſowohl beim Verdünnen als beim Verdichten die Expanſivkraft der im Recipienten eingeſchloſſenen Luft. Das Geſtell der Luftpumpe iſt voll Kaſten, worin das nöthigſte Geräth für pneumatiſche Verſuche zu finden iſt.

Nicholſon bemerkt hierbei, daſs man ſehr Unrecht thue, die Luftpumpen zugleich zu Compreſſionsmaſchinen einzurichten, weil das mehr koſte, als eine lange und ſchmale Spritze, die beim Verdichten der Luft viel wirkſamer als jede

Digitized by Google

Luftpumpe ſey. Auch empfiehlt er es ſehr, die in Oehl getränkten Lederringe, welche zwiſchen zwei zuſammenſtoſsende Röhren, um ſie luftdicht an einander zu ſchlieſsen, gelegt werden, in eine Vertiefung der einen Röhre zu verſenken, wie es zum Beiſpiel Prince mit dem Lederringe *aa*, Fig. 4, zwiſchen dem Stiefel und dem darunter ſtehenden Behälter thut. Ein ſolcher verſenkter ſtark geöhlter Ring, ſoll Jahre lang halten, indeſs ein freiliegender häufig erneuert werden muſs.

Digitized by Google

VII.

BESCHREIBUNG
einer neuen hydrauliſchen Maſchine der Bürger MONTGOLFIER und ARGANT.

De bekannten Phyſiker Montgolfier und Argant haben eine ſehr einfache Maſchine, unter dem Namen: *Bélier hydraulique*, erdacht, um durch die Geſchwindigkeit der Strömung in einem Fluſſe das Waſſer deſſelben zu erheben. Folgende Beſchreibung derſelben findet ſich in einem der neueſten franzöſiſchen Journale.*) Die parallelepipedariſche Röhre *aghl*, deren Wände ſehr feſt ſeyn müſſen, (Taf. VI, Fig. 6.) liegt horizontal in der Richtung des Stroms. An ihrem Ende *h* iſt ein Klappenventil *i* angebracht. Die Klappe wird vom Strome nach der Richtung *ig* um das Charnier *h* gedreht, und ſchlieſst ſich bei einer Neigung von 45°, indem ſie dann an den Vorſtoſs bei *g* angedrückt wird. Sich ſelbſt überlaſſen, fällt ſie zum Boden der Röhre hinunter, berührt dieſen aber nicht ganz wegen des Eckſtucks

*) *Bulletin des ſciences, par la ſociété philomatique.* à Paris, An 6, Nro. 8, p. 58.

Digitized by Google

ik. *) Auf der erſtern Röhre ſteht die ſenkrechte Röhre *cbde*, welche das Ventil *bf*, ſeiner natürlichen Schwere überlaſſen, verſchlieſst.

Oeffnet man die Röhre bei *al*, ſo ſtrömt das Waſſer hinein; das Ventil *i* ſchlieſst ſich; und indem nun alles Waſſer in der Röhre *aghl* plötzlich in ſeiner Bewegung gehemmt wird, drückt es nach allen Seiten gegen die Wände der Röhre, und hebt durch dieſen Stoſs nicht nur das Ventil *bf*, ſondern ſteigt auch ſelbſt in die vertikale Röhre *cbed* hinauf, bis die Schwere der erhobenen Waſſerſäule die durch den Stoſs erlangte Bewegung gänzlich aufhebt. Alsdann würde ſie zurückſinken, und das Ventil *bf* ſchlieſst ſich. Das Ventil *i*, das nun auch ſeiner Schwere überlaſſen iſt, würde ebenfalls zurückſinken, wenn nicht die Bewegung des Waſſers es wieder zurückdrückte und ſo das vorige Spiel erneuerte. Dieſes zweite Mahl theilt das Waſſer in der Röhre *aghl*, indem das Ventil *i* ſich ſchlieſst, die Gröſse ſeiner Bewegung der Waſſerſäule in *cbed* mit, und erhebt ſie abermals, bis der Druc kdieſer erhöheten Waſſerſäule wiederum dieſe Bewegung aufgehoben hat.

*) Dieſes ſcheint in der Zeichnung fälſchlich am obern Ende der Klappe angebracht zu ſeyn; weiter hinunter würde es dieſen Dienſt beſſer leiſten. d.

Digitized by Google

Man überſieht hieraus, daſs die Wirkung dieſer Maſchine von der Capacität der Röhre *agbl* und von der Schnelligkeit des Stromes abhängt. Man muſs übrigens ihre Wirkung nicht mit der in Pitot's krummer Röhre, deren horizontale Oeffnung man gegen den Strom hält, verwechſeln. Das Waſſer erhebt ſich freilich auch in dieſer, aber es bleibt bei einer gewiſſen Höhe ſtehen, weil es nur unendlich kleine Impulſe erhält, oder vielmehr, weil es nur den Druck des Waſſers, welches gegen die Oeffnung ſtrömt, erleidet, und dieſer Druck nur die entſtehende augenblickliche Bewegung, die dem Waſſer durch die Schwere eingedrückt wird, aufzuheben vermag. Aber in der Maſchine der Bürger Argant und Montgolfier wirkt das Waſſer in der horizontalen Röhre mit endlicher Geſchwindigkeit, nach Art ſtoſsender Körper, und muſs daher immer eine gewiſſe Bewegung dem Waſſer in der vertikalen Röhre mittheilen, wie hoch daſſelbe auch ſtehen mag. Das Princip, worauf dieſe Maſchine beruht, iſt daher vollkommen neu. *)

*) Die Theorie, welche ſich der mit *L. C.* unterſchriebene Verfaſſer dieſes Aufſatzes über die Wirkungsart der Maſchine macht iſt hier zu unvollſtändig angedeutet, um ſie gehörig beurtheilen zu

Digitized by Google

Die Erfinder beſitzen nicht nur von ihrer Maſchine, wie ſie ſo eben beſchrieben iſt, ein Modell, deſſen Wirkung Mehrere geſehen haben, ſondern ſie iſt von ihnen auch ſchon auf mehrere Arten ſinnreich abgeändert worden. Um ihre Wirkungen ſtetig zu machen, ſetzten ſie die ſenkrechte Röhre *bcde* neben die horizontale *aghl*, und zwiſchen beide eine Art von Windkeſſel, in welchem die Luft, im Augenblicke, da das Ventil *i* ſich ſchlieſst, zuſammengedrückt wird; und dieſe Luft drückt das Waſſer in die ſenkrechte Röhre hinauf. Figur 7 ſtellt einen Horizontalſchnitt der ſo veränderten Maſchine vor; *hh* iſt das untere Charnier des Ventils, welches das Waſſer in der Horizontalröhre zurückhält; *p* die Projection des oben verſchloſſenen Windkeſſels; und *q* die Projection der ſenkrechten Röhre. — Vermittelſt zwei horizontaler Röhren, die ſich nach entgegengeſetzter Richtung öffnen, können ſie die Strömung bei Ebbe und Fluth benutzen, und durch einen ähnlichen Mechanismus einen Heber, wie *abfd*, Fig. 8, ſo

können. Ueberhaupt iſt in ſeinen Angaben und Beſchreibungen alles gar ſehr im Dunkel gehalten, und es läſst ſich nicht recht beurtheilen, was Thatſachen, durch Verſuche bewährt, oder was bloſse Projecte ſind. *d. H.*

Digitized by Google

in Bewegung ſetzen, daſs das Waſſer aus dem niedrigern Gefäſse in das höhere hinanſteigt. Ein Gewicht öffnet das Ventil *gf*. Während dieſes offen, und das Ventil *kl* geſchloſſen iſt, bringt man den Heber *abfe* durch Saugen, oder durch ein anderes Mittel zum Flieſsen. Sobald die Geſchwindigkeit des Waſſers groſs genug iſt, um das Ventil *gf* zu ſchlieſsen, öffnet der Stoſs des aufgehaltenen Waſſers das zweite Ventil *kl*, und zugleich flieſst eine gewiſſe Menge Waſſer in das höhere Gefäſs *d*, bis das Ventil *gf* ſich wieder durch die Schwere des daran befeſtigten Gewichtes öffnet, da dann der Heber *abfe* wieder läuft, und ſo dauert das Spiel fort. Setzt man in *f* zwei Röhren, wie *fe*, an, ſo läſst ſich dadurch ein beſtändiger Ausfluſs aus der Röhre *d* bewirken, indem dann abwechſelnd immer eins der beiden Ventile *fg* geſchloſſen iſt. *) *A.*

*) Schwerlich möchte dieſes Alles durch Verſuche an Modellen bewährt ſeyn. Vielmehr ſcheinen uns viele der hier beſchriebenen Wirkungen ſehr zweifelhaft zu ſeyn. — Es iſt übrigens aus mehrern gelehrten Blättern bekannt, daſs Montgolfier und Argant, die über den *Bélier hydraulique* ein Patent auf 15 Jahre erhalten haben, wegen dieſer Erfindung von Viallon in Anſpruch genommen wurden. Beide waren bei ähnlichen Verſuchen gegenwärtig, die dieſer am 3ten Jul. 1797 anſtellte, und

verbanden sich mit ihm, seine Entdeckung gemeinschaftlich zu verfolgen. Nach einigen Monaten hoben sie, unter dem Vorwande, dafs die Versuche im Grofsen zu kosthar wären, den Contract wieder auf, und stellten sogleich ein paar Tage darauf öffentliche Versuche an, die ihnen das Patent bewirkten. Diese Vorrichtung, sagt Viallon, sey auch keinesweges so vortheilhaft, als man nach der Anzeige seiner Gegner vermuthen sollte, und nur in einzelnen Fällen von Nutzen. Es gehöre z. B, um Wasser dadurch bis auf 100 Fufs Höhe zu heben, 10 Fufs Fall und 100 Fufs Länge für die Röhren; Umstände, bei denen die bekannten hydraulischen Maschinen weit mehr leisten würden. Montgolfier und Argant erwiederten darauf, ihre Maschine sey von der Maschine Viallon's ganz verschieden, dieser habe das Princip, welches sie leitete, aus einem falschen, oder wenigstens aus einem von dem ihrigen sehr verschiedenen Gesichtspunkte betrachtet, und in Argants Destillirwerken sey dieses Princip schon seit 17 Jahren angewandt worden — Boulton und Watt, denen sie ihren *Bélier hydraulique* mittheilten, sollen noch 4 andere Methoden angegeben haben, die nämliche Wirkung nach denselben Grundsätzen hervorzubringen, ohne deshalb weitere Ansprüche auf die Ehre der Erfindung dieser Maschine zu machen. *d. H.*

Digitized by Google

VIII.

Über

einige Eigenſchaften des Platins,

von

Bürger Guyton. *)

1. *Specifiſches Gewicht des Platins.*

Briſſon beſtimmt das ſpecifiſche Gewicht des Guſsplatins auf 19,5, des geſchmiedeten Platins auf 20,236. Der Graf von Sickingen giebt dagegen dieſem letztern ein ſpecifiſches Gewicht von 21,061, und Chabaneau verſichert wie-

*) Ein Auszug aus einer Vorleſung Guytons im Nationalinſtitute der Wiſſenſchaften, welche in den *Annales de Chymie*, Nro. 73, An. 6, p. 1—20, abgedruckt iſt. Ich vertauſche übrigens, nach Grens Beiſpiele, den Namen der Platina, mit dem des *Platins*, um die Analogie mit den übrigen Metallnamen beizubehalten. *A.*

Zwar enthält das ſo eben erſcheinende Stück des *Schererſchen* Journals der Chemie eine Ueberſetzung der ganzen Vorleſung; dennoch glaube ich dieſen kurzen Auszug, der bloſs das Phyſikaliſche mit Uebergehung des Chemiſchen enthält, nicht unterdrücken zu müſſen. *d. H.*

Digitized by Google

derholt, *) das Gewicht des reinſten Platins in Blech geſchlagen, ſey faſt 24.

Ich erhielt durch den Bürger Gregoire von Chabaneau ein feines Platinblech, wog es, und fand ſein ſpecifiſches Gewicht nur 20,833. Dagegen wog ich einen Platindrath, der hier verfertigt war, deſſen ſpecifiſches Gewicht 20,847 betrug; **) er war daher von ungleich gröſserer Reinheit.

2. *Zuſammenhalt oder Cohärenz des Platins.*

Nehme ich Sickingens ſehr ſorgfältige Beobachtungen ***) über die Cohärenz der andern Metalle und die höchſte der Beſtimmungen aus meinen Verſuchen uber den Zuſammenhalt des Platins; ****) ſo folgen die Metalle in folgen-

*) *Elementos de ciencias naturales*, Madrid 1790, Tom I, pag. 14.

**) Briſſon beſtimmt das ſpecifiſche Gewicht des Platindrahts auf 21,041, des Platinblechs auf 22,069. *Péſanteur ſpecifique des corps par* Brisson, à Paris 1787. *A.*

***) Des Grafen von Sickingen *Verſuche über die Platina*, Mannheim 1782.

****) Der Graf von Sickingen, der Einzige, der bisher Verſuche über den Zuſammenhalt des Pla-

Digitized by Google

der Ordnung: Es zerriſs, bei zwei Millimeter Dicke,

	Kilogr.
Eiſen durch ein Gewicht von —	249,659
Kupfer — — — — —	137,99
Platin — — — — —	124,690
Silber — — — — —	85,062
Gold — — — — —	68,216

tins angeſtellt hat, fand, daſs Platin- und Golddraht 0,3 Linien im Durchmeſſer und 2 Fuſs lang, jener 262361,714, dieſer nur 152988 Gran tragen konnte, ehe ſie riſſen. Ich lieſs einen Platindraht ziehen, der genau 2 Millimeter dick, 11,175 Centimeter lang und 8,372 Grammen ſchwer war, faſste ſeine beiden Enden mit zwei ſtarken Schraubenſtöcken, deren Kneiſe mit Rinnen aus polirtem Kupfer verſehen waren, befeſtigte einen dieſer Schraubenſtöcke an einen Wagebalken, und beſchwerte den andern Arm der Wage mit Gewichten, bis der Draht riſs. Das geſchah in 3 Verſuchen, bei 118,850, 116,87, 124,69 Kilogrammen, (ungefähr 243, 239, 255 Pfund, und dieſer letzte Verſuch giebt für das Platin eine noch ſtärkere Cohäſion, als ſie der Graf von Sickingen gefunden hat. Denn reducirt man ſeinen Verſuch auf einen Draht, 2 Millimeter dick, nach dem Verhältniſſe des Quadrats der Durchmeſſer, ſo würde darnach ein ſolcher Draht 116,954 Kilogrammen getragen haben. G.

3. *Adhärenz zwiſchen Platin und Queckſilber.*

Ich verfertigte auf der Drechſelbank eine Platinſcheibe von 12 Linien, (2,71 Centimeter,) im Durchmeſſer, die 10,2371 Grammen wog, hing ſie an eine Wage und brachte ſie ins Gleichgewicht. Darauf drückte ich die Scheibe nach einem Queckſilberbecken unter derſelben nieder, und erhielt folgende Gröſsen der Gewichte, bei welchen die Scheibe ſich losriſs.

1. 58,91 Decigrammen oder 109 Gran.
2. 77,95 Decigrammen oder $146\frac{7}{8}$ Gran.
3. 149,8 Decigrammen oder $282\frac{25}{100}$ Gran.

Beim letztern Verſuche hatte ich das Platinſcheibchen zwei Tage auf dem Queckſilber ſtehen laſſen. Er ſcheint daher das Maximum der Adhärenz anzugeben. Bei den erſten Verſuchen war kein Queckſilber am Platin hängen geblieben; bei dem letztern hatte es ſich umher etwas erhoben; auch waren einige Tropfen nach dem Abreiſsen daran hängen geblieben, welches die gewöhnliche Meinung widerlegt, daſs Platin ſo wenig als Eiſen vom Queckſilber genäſst werde. Das Platin erhält hiernach in ſeiner Adhä-

Digitized by Google

renz mit dem Queckſilber den Platz zwiſchen Wismuth und Zink. *)

Ich verſuchte darauf, ob die Adhärenz zwiſchen dem Queckſilber und der Platinſcheibe nicht gröſser ſeyn würde, wenn ich es bis zum Weiſsglühen erhitzte, da hierdurch ſein Zuſammenhalt geſchwächt wird. Aber ich fand mich getäuſcht, da jetzt die Adhärenz ſchon durch 58 Decigrammen aufgehoben wurde Ich glaube dies daraus erklären zu können, daſs die Oberfläche nicht genugſam gereinigt werden konnte; **) denn die Verminderung des Zuſam-

*) Wismuth 372 Gran;
Platin 282,25 Gran;
Zink 204 Gran.
Siehe *Anfangsgründe der theoretiſchen und praktiſchen Chemie, von den Herren* DE MORVEAU, MARET *und* DURANDE, Leipzig 1779, Th. I, S. 49; wo Guyton zeigt, daſs dieſe Adhäſionen ſich nach der Verwandtſchaft, in welcher die Amalgamas ſich bilden oder zerſetzen, zu richten ſcheinen. Siehe auch *Obſervat. de Phyſique de Mr. l'Abbé* ROZIER. Tom. I, pag. 172, 460.
A.

**) Dieſe Erklärung ſcheint mir nicht ganz befriedigend. Eher möchte hier an das Verdampfen des Queckſilbers beim Glühen des Platins zu denken ſeyn, welches den Zuſammenhang zwiſchen den Queckſilbertheilchen vermindert und ihre Trennung befördert. *A.*

Digitized by Google

menhalts zwiſchen den Theilen des Platins hatte doch die Wirkung gehabt, daſs das Platinſcheibchen mit Queckſilber bedeckt war, welches ſich indeſs leicht davon abnehmen lieſs.

4. *Amalgamation des Platins.*

Ich ſetzte ein Stück Platin in Queckſilber einer Hitze des Sandbades bis zum Rothglühen, oder bis zum ſiebenten Grade des Wedgwoodſchen Pyrometers aus. Merkwürdig war es hierbei, daſs das Platinſtück, ungeachtet ſeines gröſsern ſpecifiſchen Gewichts und ungeachtet ich es wiederholt untertauchen lieſs, immer zurückkam und oben auf ſchwamm. *) Ich ſah

*) Dieſe merkwürdige Erſcheinung, deren Erklärung Guyton zu geben unterläſst, klärt ſich bald auf, ſobald man die nachher angeführte Erſcheinung, daſs das Platinſtück untergeſunken ſey, nachdem es ſich amalgamirt, damit zuſammenſtellt. Hier ſowohl, wie bei einigen andern ſpecifiſch-ſchwerern Materien, welche deſſen ungeachtet in Flüſſigkeiten nicht unterſinken, iſt die Anziehung der Flüſſigkeit unter ſich ſtärker, als die Anziehung gegen den ſchwimmenden Körper und die Kraft, mit welcher der Körper zu ſinken ſtrebt. Es iſt daher dieſes Phänomen ganz dem Niedrigſtehen des Queckſilbers in einem gläſernen Haarröhrchen analog. Doch darüber vielleicht an einem andern Orte. *A.*

Digitized by Google

mich daher genöthigt, es mit einer Glasröhre unter dem Queckſilber zu halten. Nachdem der Glaskolben, in welchem ſich das Queckſilber befand, wieder erkaltet war, nahm ich die Glasröhre heraus, und nun ſtieg das Platinſtück nicht mehr in die Höhe. Als das Queckſilber abgegoſſen wurde, ſah die Platte wie ein friſch verzinntes Metall aus; und nachdem die daran hängenden Tropfen abgeklopft waren, fand ſich ihr Gewicht um die Hälfte vermehrt. An dem erhabenern Theile des Metalls konnte man Spitzen bemerken, welche auffallende Aehnlichkeit mit den Kryſtallen hatten, die man in andern Amalgamen bemerkt. Die Platte war über dies ſehr leichtbrüchig geworden.

Da ich ein Stück dieſes Metalls dem Feuer ausſetzte, verminderte ſich deſſen Dicke, es wurde wieder ſtreckbar, und war auf ſeiner Fläche mit einem ſchwarzen Pulver bedeckt, welches ich für Platinkalk, (in Salpeterſäure auflöslich,) erkannte.

Aus dieſen Erfahrungen, welche ich nachher noch einmal wiederholt habe, ziehe ich den Schluſs: daſs ſich Platin in der Wärme mit dem Queckſilber amalgamire; daſs dieſes Amalgama ſich auch kryſtalliniſch wie bei den andern Metallen darſtelle; daſs endlich das Platin, wie Gold,

Digitized by Google

durch dieſe Amalgamation zur Verkalkung geneigter wird. Und ſo wäre denn ein bisher ſtreitiger Punkt über das Platin entſchieden. *)

5. Das Platin wird bei der Rothglühhitze an ſeiner Oberfläche durch das übergeſäuerte kochſalzſaure Kali verkalkt. *A.*

*) Schon vor Guyton erhielt der Herr von Muſſin-Puſchkin ein vollkommenes Platin-Amalgama, indem er das aus der Platin Auflöſung mit Salmiak gefällte, gelbgrünliche, gereinigte und kryſtallifirte Platinſalz, welches indeſs nur $\frac{1}{3}$ an Platin enthält, nach und nach mit einem neunfachen Gewichte Queckſilber zuſammenrieb. Dieſes ſehr gute und dichte Amalgama enthielt folglich auf einen Theil Platin volle zwei und zwanzig Theile Queckſilber. Siehe von Crells *chemiſche Annalen*, 1797, Band I, S. 199. *A.*

IX.

Ueber die Electricität des Waſſers,

von

J. Bressy. *)

(Aus einem Briefe.)

Lefſing ſagt einmal bei guter Gelegenheit von einem Werke: Es enthalte viel Neues und viel Wahres, aber das Neue ſey nicht wahr, das Wahre nicht neu. Ich glaube dies mit gleichem Rechte von dieſem Werke ſagen zu können. Es enthält eine neue Bemerkung, welche, wenn ſie ſich beſtätigt, **) merkwürdig, aber gar keines ſolchen Aufwandes von neuen Erklärungen bedarf, an welcher wenigſtens der Verfaſſer die ältern Theorien hätte prüfen können.

Mit dieſer Erfahrung beginnt das Buch. Sie beſteht darin, daſs Waſſer in einem porzellanenen Gefäſse, durch Umrühren mit einer Kette, ſo electriſch werden ſoll, daſs ein Stück Siegellack, welches darauf ſchwimmt, von einem nicht-electriſirten Körper ſehr ſichtbar angezogen wird. Nun bemerkte Breſſy, daſs, wenn er eine Münze in der Nähe dieſes Siegellackſtücks iſolirte, dieſelbe nicht eher davon angezogen wurde, bis er es mit der Hand berührte. Statt dieſen Verſuch aus den gewöhnlichen Theorien zu erklären, glaubte er ſich genöthigt, noch

*) *Eſſai ſur l'électricité de l'eau.* à Paris, l'an 5.

**) Verſuche darüber werden in einem der nächſten Stücke nachfolgen.

eine dritte Art von Electrisirung anzunehmen. Er theilt nämlich das electrische Fluidum in drei Strahlenarten, in den glasigen, harzigen und Lebensstrahl. Durch diesen wird erklärt, wo es ihm mit jenen nicht gelingt: er erklärt durch denselben sogar die Galvanischen Versuche, die er, wie er eingesteht, nur dem Namen nach kennt; sogar den Scheintod hofft er durch jene Lebens-Electricität, die ihm zugleich eine neue Sorte von Weltseele ist, zu entdecken, und in dieser Rücksicht nennt er jenes Gefäss mit Wasser Psychoskop, das Siegellackstück Sensitif, und die Verbindung desselben mit dem isolirten Metalle Conjonction.

Doch ich will Sie nicht länger mit der Erzählung der übrigen Curiositäten in diesem Buche aufhalten, das durchgängig mehr ein Herumtappen als ein Suchen nach Wahrheit ist. Ich füge nur noch die Abbildung der drei Sorten von Electricität hinzu, (Taf VI, Fig. 9.) Interessant ist übrigens eine Zusammenstellung verschiedener Meinungen über das Leuchten des Meeres; es ist das Einzige, wo der Verfasser seine Leser nur selten mit eignen Ideen beästigt. — — — Wozu eine Uebersetzung dieser Schrift dienen soll, welche ich vor einigen Tagen in der Litteraturzeitung angekündigt fand, sehe ich nun freilich nicht ein; aber der Uebersetzer mag wohlmit desto mehr Gewisheit wissen, dass sie ihm nutzen könne. *A.*

ANNALEN DER PHYSIK.

ERSTER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

einer ſehr einfachen Luftpumpe, welche die gewöhnlichen an Güte übertrifft,

von

Herrn *D.* van MARUM
in Haarlem. *)

So oft ich es unternahm, die Luft aus groſsen Gläſern auszupumpen, z. B. aus den Ballons von 13 Zoll Durchmeſſer, bei dem Verſuche über die Zuſammenſetzung des Waſſers und über das Verbrennen des Phosphors im Sauerſtoffgas, wurde ich über das Langweilige des Prozeſſes mit einer gewöhnlichen Luftpumpe, und darüber verdrieſslich, daſs es mir ſelbſt mit der neueſten Luftpumpe von Cuthbertſon nicht gelingen wollte, die Luft bis auf den erwünſchten Grad

*) *Deſcription de quelques Appareils chymiques de la Fondation Teylerienne* etc., p. 101—114.

zu verdünnen. Dieſes veranlaſste mich, auf eine verbeſſerte Einrichtung eines ſo unentbehrlichen Inſtrumentes zu ſinnen, um, wo möglich, es zu vereinfachen, da es mir auf dieſem Wege gelungen war, ſchon mehrere andere Apparate zu vervollkommnen.

Der Profeſſor Senguerd zu Leiden hatte um das Jahr 1697 eine ſehr einfache Luftpumpe angegeben, deren Hahn mit der Hand gedreht wurde, und deren Stiefel $3\frac{1}{2}$ Zoll weit und 25 Zoll lang war. Bei einer ſolchen Gröſse des Stiefels wurde der Recipient ſehr ſchnell ausgeleert, doch wollte es nicht gelingen, die Verdünnung ſehr weit zu treiben. Seitdem hat dieſe einfache Maſchine keine weſentliche Verbeſſerung erhalten, indem man ſich nur bemühte, ſie ſo einzurichten, daſs man des Drehens am Hahne überhoben würde, und zu dem Ende entweder den Hahn durch die Maſchine ſelbſt in Bewegung ſetzte, oder ſtatt ſeiner Ventile anbrachte. Mehrentheils zog man Luftpumpen mit *doppeltem Stiefel*, deren jeder nicht ſo voluminös iſt, der Senguerdiſchen Maſchine vor, weil ſie weniger Platz als dieſe einnehmen, und ſich bequem auf einem Tiſche handhaben laſſen. Auch nahm man, weil die Hähne ſich bald abnutzen, ſtatt ihrer lieber Ventile, verſchloſs den Stiefel oben luftdicht, und

Digitized by Google

liefs die Kolbenſtange durch eine Lederbüchſe gehen, um dadurch dem Anhängen der Ventile entgegen zu arbeiten, welches ſonſt die Wirkung dieſer Pumpen beträchtlich ſchwächte. So wurde die Luftpumpe immer mehr und mehr zuſammen geſetzt, und jeder Zuſatz erzeugte ſeine eignen Mängel. *)

John Cuthbertſon hat vor kurzem Luftpumpen gebauet, die weder Hahn noch Ventil haben, ſondern ſich vermittelſt einer andern ſcharfſinnigen, doch ſehr zuſammengeſetzten Vorrichtung abwechſelnd öffnen und ſchlieſsen. Wenn dieſe Luftpumpen neu ſind, verdünnen ſie in der That die Luft ſtärker als die gewöhnlichen, behalten dieſen Vorzug aber nur ſo lange, bis ſich das Oehl in ihnen mit der Zeit verdickt, wie ich dieſes ſelbſt in den Jahren 1791 und 1792 an einer Pumpe erfuhr, die Cuthbertſon für das

*) So z. B. geſteht ſelbſt Nicholſon, daſs es nach den Verſuchen Brooke's, (*Miſcellaneous Experiments and Remarks on Electricity* etc., Norwich 1789, p. 123,) ſehr zweifelhaft bleibe, ob Smeaton's Veränderung der gemeinen Ventilpumpen für eine wahre Verbeſſerung zu halten ſey. Nach Nicholſon's Verſicherung hat man in England nie, oder wenigſtens nicht in neuern Zeiten, Luftpumpen mit Hähnen gebauet, ſondern alle engliſche ſind Ventilpumpen. *d. H.*

Digitized by Google

Teylerſche Muſeum gemacht hatte. Auch verdünnt dieſe Maſchine die Luft in groſsen Recipienten nur ſehr langſam, da die Stiefel nur $1\frac{5}{8}$ Zoll im Durchmeſſer, und die Kolben nur einen Hub von 9 Zoll haben. Ueberdies iſt ſie zuſammengeſetzter, mithin koſtbarer und wandelbarer, als irgend eine der frühern. *)

*) Cuthbertſon verwandelte eigentlich die drei Blaſenventile der Smeatonſchen Luftpumpe in drei Kegel- oder Cylinderventile, welche beim Spiele des Kolbens ſich gehörig öffnen und ſchlieſsen, und deren Wirkung beſonders auf den beiden Oehlbehältern über jedem Stiefel, und auf der Circulation des Oehls im Stiefel beruht. Cuthbertſon ſelbſt, der anfangs in Amſterdam lebte und jetzt in London fixirt iſt, verdünnte mit ſeiner Maſchine die Luft ſo ſtark, daſs ſie in der Barometer- und in der Heberprobe nur noch eine Queckſilberſäule von $\frac{1}{4}$ Linie, ja bei recht trockener Luft nur von $\frac{1}{10}$ Linie trug. Adet, in den *Annales de Chymie*, Nr. 74, 1798, p. 165, macht ihm die Erfindung der nach ihm benannten Luftpumpe ſtreitig, und ſchreibt ſie dem Bürger Ami Argant zu, deſſen 1776 in Paris ausgeführte und im dritten Bande der *Leçons élémentaires de Phyſique* von Sigaud de la Fond beſchriebene Luftpumpe, groſse Aehnlichkeit mit der Cuthbertſonſchen haben ſoll. Auch erwähnt er eines franzöſiſchen Künſtlers Frontin, der Luftpumpen bauet, deren Ventile ſich nicht durch den Luftdruck, ſondern mechaniſch öffnen. Zwei ſolche Luftpumpen nach Sadler's Einrichtung, ſind im dritten Stücke der Annalen

Um meine Luftpumpe ſo einfach als möglich zu machen, zog ich einen Stiefel, ſo groſs als ihn Senguerd nahm, d. h., $3\frac{1}{2}$ Zoll weit und 25 Zoll lang, zwei Stiefeln vor, ſtellte ihn aber nicht ſchief, wie Senguerd, ſondern ſenkrecht, wie er in Taf. VII, Fig. 1, abgebildet iſt. Durch dieſe Stellung erhielt ich den Vortheil, daſs der Hahn von dem, der die Pumpe in Bewegung ſetzt, mit dem Fuſse gedreht werden konnte, ſtatt daſs er in der ältern Maſchine mit der Hand gedreht wird, und dazu dient eine leichte Vorrichtung am Hahne, welche Taf. VIII, Fig 1, darſtellt.

Der Hahn *ss* ſitzt in einem cylindriſchen Stücke unter dem untern Boden *rr* des Stiefels; Fig. 1, 2 und 3 ſtellen dieſes Stück in einem vertikalen Durchſchnitte, auf den achten Theil der wahren Gröſse reducirt, vor. Das vordere Theil des Hahnes trägt einen 6 Zoll langen Stab *ab*, und auf dieſem ein halbes eiſernes Kreuz *cde*, (Fig. 2,) wovon man in Fig. 1 nur den einen Arm *c* ſehen kann. Steht der Stab *ab* ſenkrecht, alſo *cde* horizontal, ſo iſt der Hahn

beſchrieben worden, und zugleich die Vorrichtung, durch welche Prince die Fehler der Smeatonſchen Luftpumpen, auf eine andere Art als Cuthbertſon zu verbeſſern ſucht. *d. H.*

geöffnet; der Stiefel ſteht mit dem Recipienten auf dem Teller in Verbindung; und zieht man den Kolben heraus, ſo wird die Luft im Recipienten verdünnt. Ehe man den Kolben wieder hinunter ſtöſst, muſs der Hahn geſchloſſen werden, indem man den Fuſs etwas ſchief gegen *c*, (Fig. 1,) ſetzt, und ſo den Hahn nach der rechten Seite zu dreht, bis, nach einer Viertelumdrehung, der Arm *d* auf den Boden des Geſtells aufſtöſst, (Fig. 2.) Dann iſt der Recipient geſchloſſen, hingegen der Stiefel mit der äuſsern Luft in Verbindung geſetzt; und treibt man nun den Kolben hinunter, ſo geht alle Luft aus dem Stiefel durch den Hahn hinaus. Sobald der Stempel auf den Boden aufſtöſst, muſs der Hahn wieder zurückgedreht werden, indem man den Fuſs unter das Stück *c* ſetzt, und ihn etwas hebt. Eine Kette, die an *cd* und das Geſtell befeſtigt iſt, (Taf. VII, Fig. 1,) verhindert, daſs der Hahn hierbei nicht zu weit zurück gedreht werde. Dieſes Drehen des Hahns mit dem Fuſse geht ſo leicht, daſs man es ſelbſt einem ungeſchickten Handlanger, der an der Kurbel arbeitet, anvertrauen kann, und daſs es ſehr überflüſſig wäre, noch einen Mechanismus anzubringen, um einer Bewegung entübrigt zu ſeyn, die ſo geringe Aufmerkſamkeit fordert.

Digitized by Google

Eine zweite Verbeſſerung erhielt meine Luftpumpe dadurch, daſs ich den untern Boden des Kolbens und des Stiefels mit Schmirgel über einander abreiben lieſs, damit ſie völlig an einander ſchlieſsen, und ſo wenig ſchädlichen Raum als möglich laſſen möchten; ein Umſtand, auf den in der Senguerdiſchen und einigen andern Luftpumpen nicht genug geſehen iſt. Da der Kolben zu lang und zu genau gearbeitet iſt, als daſs er aus der vertikalen Lage weichen könnte, ſo müſſen beide abgeriebene Ebenen beim jedesmaligen Herabgehen des Kolbens genau zuſammenpaſſen, und zwiſchen ihnen bleibt keine Luft. Ueber dies iſt der Boden nicht auf die gewöhnliche Art an den Stiefel angeſchraubt oder angelöthet, ſondern er ſchlieſst genau an den Rand *a a*, (Taf. VIII, Fig. 4 und 5,) der gleichfalls vollkommen eben iſt, und wird darauf mit 6 Schrauben befeſtigt. Ein wenig weiches Wachs zwiſchen dieſen Rand und das meſſingene Bodenſtück gelegt, verwehrt der Luft allen Durchgang zwiſchen beiden. Auf dieſe Art gelingt es beſſer als auf die gewöhnliche, alle ſchädliche Luft zwiſchen Boden und Kolben zu vermeiden, und dieſer Einrichtung ſchreibe ich es hauptſächlich zu, daſs die Luft ſich mit meiner Luftpumpe in einen ſo hohen Grad verdünnen läſst.

Digitized by Google

Den ganzen Bau der Maſchine zeigt Taf. VIII, Fig. 5, in welcher die Luftpumpe von der Seite geſehen wird. Der Teller *AA* ruht auf der Säule *B*, und die Communicationsröhre *CD* verbindet den Stiefel mit dem Recipienten auf dem Teller. Die punktirten Linien zeigen, wie dieſe Röhre und die Stücke unter dem Stiefel und unter dem Teller durchbohrt ſind. Der meſſingene Ring *e*, in welchen die Verbindungsröhre eingelöthet iſt, wird an das Meſſingſtück *g* durch die Schraube *f* angedrückt, und zwei lederne in Oehl getränkte Ringe, die zu beiden Seiten des meſſingenen liegen, verwehren der Luft den Durchtritt durch die Fugen. Auf eine ähnliche Art iſt die Röhre *CD* vermittelſt des Ringes *h* an das Meſſingſtück *ii* befeſtigt, auf welches der Teller angelöthet iſt. Dieſer Ring *h* hat inwendig einen Falz, der in ſeiner Mitte rings um ihn herum geht, (man ſieht ihn in dem ſenkrechten Querſchnitte Taf. VIII, Fig. 6, bei *m* und *m*,) und die Schraube *k* iſt nach den punktirten Linien dieſer Figur durchbohrt, ſo daſs, bei jeder Lage der Schraube, die Verbindung zwiſchen der Röhre *CD* und dem Teller der durchgehenden Luft vermittelſt des Falzes offen bleibt. Die Verbindungsröhre iſt aus zwei Röhren, *C* und *D*, zuſammengeſetzt, die auf die vorhin erwähnte Art

Digitized by Google

an einander gefügt sind. Der Ring *n*, dem vorigen *b* in allem ähnlich, ist an die Röhre *C* angelöthet, und vermittelst der Schraube *p*, der vorigen *k* ähnlich, an die Röhre *D* angeschroben.

Der Hahn liegt ziemlich dicht unter dem Boden des Stiefels, damit der schädliche Raum im Anfange des Kanals *l*, zwischen dem Ende des Stiefels und dem Hahne, nur unbedeutend sey. Dieser Raum ist nur $\frac{3}{4}$ Zoll lang und $\frac{1}{12}$ Zoll weit.*) Taf. VIII, Fig. 1 und 5, zeigen den Hahn in der Lage, in welcher Stiefel und Teller in Verbindung sind; Fig. 2, wie er, um einen Viertelum-

*) Auch diesem schädlichen Raume müsste sich auf eine ähnliche Art, wie in der Cuthbertsonschen Luftpumpe abhelfen lassen, wenn man aus dem untern Theile des Kolbens einen dünnen Stöpsel hervorgehen liefse, der, wenn der Kolben auf den Boden des Stiefels aufstöfst, genau die Röhre *l* bis zum Hahne ausfüllte. Sollte dieses Schwierigkeit haben, so müfste man die Röhre *l* weiter als die Duchbohrung des Kolbens machen, und ein wenig Oehl über den Hahn giefsen. Dieses füllte dann, wie in der Sadlerschen Luftpumpe, (die im vorigen Stücke beschrieben ist,) den Zwischenraum zwischen dem lose gehenden Stöpsel und der Röhre aus, und höbe so vollends den schädlichen Raum auf. Läuft dabei auch etwas Oehl durch den Hahn, so möchte das so viel nicht schaden, und liefse sich dadurch ersetzen, dafs man etwas Oehl über den Kolben gösse. *d. H.*

Digitized by Google

gang gedreht, die Verbindungsröhre *CD* verschliefst, und der Luft im Stiefel, wenn der Kolben hinab geht, einen freien Durchgang nach aufsen öffnet; Fig. 3, wie er nach der entgegen gesetzten Seite um einen halben Umgang gedreht, (da dann der Arm *e* in Fig. 2 auf den Boden aufstöfst,) den Stiefel verschliefst und den Recipienten mit der äufsern Luft in Verbindung setzt.

Der untere Boden des Stiefels ruht auf einem Messingringe, (Taf. VII, Fig. 1,) dessen senkrechten Durchschnitt man bei *b, b,* Taf. VIII, Fig. 4, sieht. Diesen Ring stützen vier kleine Säulen von Messing, $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch, die unten in einen zweiten ähnlichen Messingring *cc* eingeschroben sind, und dieser untere Messingring liegt unmittelbar auf dem Brette, welches die ganze Maschine trägt. Auf diesem Brette wird der Stiefel unbeweglich vermittelst des parallelepipedarischen Holzes *dd* erhalten, welches auf 2 starken Holzsäulen ruht, und auf sie durch die beiden messingenen Vasen *ee* festgeschroben ist. Es gehen nämlich mitten durch diese Säulen zwei eiserne Stangen *ff,* die sich in Schrauben endigen, wozu oben die beiden Vasen als Mütter, unten zwei andere messingene Mütter *gg* gehören, vermittelst deren sie unter dem Fufsbrette stark angeschroben werden.

Digitized by Google

In Figur 4, welche einen ſenkrechten Durchſchnitt der Maſchine, durch die Mitte jener Säulen und des Stiefels darſtellt, ſieht man das Rad und die gezähnte Kolbenſtange, durch welche der Kolben bewegt wird; auch einen ſenkrechten Durchſchnitt des *Kolbens*, durch ſeine Achſe. Die dicke Meſſingſcheibe *hh*, welche an der gezähnten Kolbenſtange ſitzt, endigt ſich in ein cylindriſches Stück *i*, in welches die Schraube *k* der untern Meſſingſcheibe *ll* eingreift. Der Raum zwiſchen *hh* und *ll* iſt mit ledernen Ringen ausgefüllt, die durch das Anziehen der Schraube *k* ſtark zuſammengepreſst, und dann auf einer Drehbank vollkommen cylindriſch und ſo abgedreht werden, daſs der Kolben aufs genaueſte in den Stiefel hinein paſst.

In die Meſſingplatte *ii*, (Fig. 5,) welche unmittelbar den Teller der Luftpumpe trägt, iſt noch ein meſſingener Theil *q*, der mit einem Hahne *m* verſehen iſt, eingeſchraubt, und in dieſen Theil wiederum, auf die ſchon oben mehrmals beſchriebene Art, die meſſingene Röhre *o*. Die Glasröhre *nn*, welche in die Röhre *o* eingekittet iſt, dient als Barometer für die Luftpumpe, und hängt zu dem Ende bis nahe an den Boden des Glaſes *p* hinab, das zur Hälfte mit Queckſilber angefüllt wird. Neben der Röhre ſchwimmt

Digitized by Google

auf dem Queckſilber im Glaſe *p* eine auf Holz gezeichnete Scale, die nach Zoll und Linien abgetheilt iſt.

Statt des abgekürzten Barometers, das man gewöhnlich neben dem Teller anbringt, bediene ich mich einer heberförmigen Glasröhre, (Fig 7.) deren einer Schenkel *aa* zugeſchmolzen und mit gut ausgekochtem Queckſilber gefüllt iſt. Sie wird an eine Scale aus Elfenbein befeſtigt, die nach Linien eingetheilt iſt, und auf einem meſſingenen Fuſse ſteht, und läſst ſich bei dem wenigen Raume, den ſie einnimmt, in den meiſten Verſuchen mit unter den Recipienten ſetzen. Der Ueberſchuſs der Queckſilberhöhe in *aa* über die in der Röhre *bb*, am Ende der Verdünnung, miſst den Druck der Luft oder der elaſtiſchen Dünſte, die ſich dann noch im Recipienten finden, ſo genau als man es nur immer wünſchen kann.

Ich habe mehrmals verſucht, bis auf welchen Grad ich vermittelſt meiner Luftpumpe die Luft des Recipienten nach Angabe dieſer Barometerprobe wohl verdünnen könnte, und nahm dabei mit Fleiſs als Recipienten einen Ballon von 906 Kubikzoll Inhalt; eine Gröſse, bei welcher ſich die Verdünnung bekanntlich nicht ſo weit als in kleinern Recipienten treiben läſst. Und doch brachte

Digitized by Google

ich es wiederholt dahin, daſs die Queckſilberhöhe nur noch 1‴ betrug. In kleinern Recipienten von 50 bis 100 Kubikzoll, brachte ich die Verdünnung oft bis auf $\frac{1}{2}$ Linie Queckſilberhöhe. Dieſen höchſten Grad von Verdünnung erhielt ich doch nur eine kurze Zeit unmittelbar nach der Vollendung, oder nach einer Reinigung der Maſchine. Nach wenigen Tagen hat ſich gewöhnlich Feuchtigkeit aus der Luft in den Stiefel und die Verbindungsröhre abgeſetzt, und dieſe verwandelt ſich, ſobald die Luft bis auf einen gewiſſen Grad verdünnt iſt, in eine elaſtiſche Flüſſigkeit, und verhindert die gröſste Wirkung der Maſchine. Um den höchſten Grad der Verdünnung, den eine Luftpumpe leiſtet, zu finden, muſs man ſie daher mehrere Tage lang in einer ſehr trockenen Luft oder an der Sonne ſtehen laſſen, damit ſie inwendig recht austrockne; oder noch lieber die Pumpe inwendig reinigen, und die Theile einzeln trocknen. Das Factum und dieſen Grund deſſelben haben auch die Verſuche des Herrn NAIRNE, (*Philoſophical Transaction*, 1777,) gelehrt.

Bei mehrern chemiſchen Verſuchen muſs aus einem verſchloſſenen Gefäſse ein Theil der darin enthaltenen Luft in ein anderes Gefäſs gebracht, und dort geprüft werden. Um dieſes mit mei-

Digitized by Google

ner Luftpumpe bewerkſtelligen zu können, lieſs ich an den Hahn das Meſſingſtück *ab*, (Fig. 8,) anſchrauben, deſſen koniſches Stück *a* in die koniſche Vertiefung *s* am Ende des Hahnes, (Fig. 1,) hineinpaſst, und von der Schraube *cc* darin feſt gehalten wird. Das Stück *ab* iſt der Länge nach durchbohrt, wird am andern Ende durch ein gewöhnliches ledernes Ventil verſchloſſen, und hier paſst die meſſingene Schraube *fg* darauf, die, angezogen, an den Rand *ee* andrückt, ſo daſs ein wenig weiches Wachs um *ee* gelegt, der Luft den Durchgang zwiſchen beiden Schrauben wehrt. Eine biegſame Röhre, an deren Enden zwei koniſche Röhren angekittet ſind, wird, nach meiner gewöhnlichen Art, mit dem einen Ende in die koniſche Oeffnung *g* jener Schraube befeſtigt, und mit dem andern Ende in die koniſche Oeffnung des Meſſingſtücks Fig. 9, das vermittelſt der Schraube *a* an die Wand der pneumatiſchen Wanne angeſchroben wird, und ſich in eine Glasröhre endigt, durch welche die Luft, die zum Hahne hinaus geht, in ein Gefäſs, das auf dem Brette der pneumatiſchen Wanne ſteht, geleitet wird. *)

*) Wer das von Herrn Lüdicke im erſten Hefte dieſer Annalen beſchriebene Cylindergebläſe zum

Vorrichtung, die Luft zuſammenzudrücken.

Die Luftpumpe, welche ich hier beſchrieben habe, hat den Vorzug, daſs ſie ohne die mindeſte Veränderung ſich auch ſogleich zum Comprimiren der Luft brauchen läſst. Bringt man nämlich den Hahn in die Lage der zweiten Figur, und zieht den Kolben hinauf, ſo tritt atmoſphäriſche Luft von auſsen in den Stiefel. Dreht man darauf den Hahn in die Lage der erſten und vierten Figur, und treibt den Kolben herunter, ſo wird die Luft aus demſelben in den Recipienten, der auf dem Teller ſteht, gepreſst, und darin condenſirt.

Der Recipient iſt ein gläſerner Cylinder *A*, (Taf. VIII, Fig. 10,) 13 Zoll hoch, 5 Zoll weit und $\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit geſchliffnen Rändern. Er ſteht auf einer vollkommen ebenen Meſſingſcheibe *B*, die $\frac{1}{2}$ Zoll dick, und unten mit einem eingeſchrobenen Hahne *C* verſehen iſt, vermittelſt deſſen er ſich auf dem Teller der Luftpumpe befeſtigen läſst. Der Cylinder wird mit einem koniſchen Hute *D* bedeckt, deſſen Rand gleichfalls eine vollkommene Ebene bildet. Der eiſerne

Glasblaſen beſitzt, kann dieſen complicirten Zuſatz zur Luftpumpe füglich entbehren. *d. H.*

Digitized by Google

dreiarmige Bügel *EFG*, den Fig. 11 einzeln vorſtellt, und die Schraube *H*, dienen, die Platte *B* und den Hut *D* ſtark an die Ränder des Cylinders anzudrücken, die zuvor mit etwas erweichtem Wachſe beſchmiert werden müſſen, damit die zuſammengedrückte Luft nicht durch dieſe Fugen entweiche. Das Ende der Schraube *H* druckt auf eine kleine Höhlung in der Mitte des Hutes *D*, in der ſie ſich zugleich dreht. Da die Arme des Bügels *EFG* an drei Stellen, die gleich weit von einander abſtehen, unter die Platte *B* unterfaſſen, ſo kann man ſich darauf verlaſſen, daſs ſie und der Hut *B*, wenn man die Schraube *H* anzieht, überall mit gleicher Kraft an den Cylinder angedrückt werden. Man läuft daher, auch bei einem ſehr ſtarken Drucke, nicht Gefahr, den Cylinder zu zerbrechen, und kann ihn ſo feſt anſchrauben, daſs die Luft auch bei der ſtärkſten Verdichtung nicht hinaus dringt.

Zu dieſer Vorrichtung, um die Luft zu verdichten, gehört noch ein Ventil, welches der verdichteten Luft, während der Stempel in die Höhe geht, den Rücktritt nach dem Stiefel verwehrt. Dieſes ſtellt Fig. 12 in einem ſenkrechten Durchſchnitte vor. Das durchbohrte Meſſingſtück *a* läſst ſich in den Teller einſchrauben, hat an ſeinem Ende ein gewöhnliches Lederven-

Digitized by Google

til *b*, und es wird darüber das Stück *c* geſchraubt, in welches ſich zugleich auch der Hahn des Compreſſionsrecipienten ſchrauben läſst.

Als *Verdichtungsmeſſer* dient eine in dem Recipienten hängende heberförmige Glasröhre, deren einer Schenkel oben zugeſchmolzen iſt und eine 4 Zoll hohe Luftſäule enthält. Im andern offnen Schenkel iſt Queckſilber. Wird die Luft in dem Recipienten verdichtet, ſo treibt ihr ſtärkerer Druck das Queckſilber in den Schenkel mit Luft hinauf, und die Verkürzung der Luftſäule in dieſem Schenkel, die man an der Scale miſst, vor der die Röhren befeſtigt ſind, zeigt, dem Mariottiſchen Geſetze zu Folge, den Grad der Verdichtung, den man erreicht hat.

Digitized by Google

II.

Ueber

den bisher noch nicht beachteten Einfluſs der Adhärenz auf die Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes feſter Körper

von

dem Bürger Hassenfratz. *)

Die Phyſiker ſtellen es als einen Grundſatz auf, daſs ein Körper, der in eine Flüſſigkeit getaucht iſt, gerade ſo viel von ſeinem Gewichte verliert, als das Gewicht der Flüſſigkeit beträgt, die er aus der Stelle drückt. Ferner nehmen ſie an, daſs, wenn ein Körper in mehrere Theile zerſtückt wird, ſein Volumen ſich dadurch nicht ändert, ſo daſs immer die Summe aller getrennten Theile zuſammengenommen, dem Volumen des ganzen Körpers gleich ſey. **) Nach dieſen Grundſätzen

*) *Annales de Chimie*, Paris, an VI, Nro. 77, pag. 188 — 203. *Suite du premier Mémoire de l'Aréometrie.*

**) Das möchten die Phyſiker doch wohl bloſs von durchgängig dichten Körpern, ohne Zwiſchenräume, nicht aber von poröſen Körpern behaupten, wo die Poren zwar mit zum Volumen des ganzen

Digitized by Google

müſste ein (nicht-poröſer) Körper, der einmahl ganz, das andere Mahl zerſtückt, bei gleicher Temperatur in deſtillirtem Waſſer gewogen wird, in beiden Fällen gleich viel an ſeinem Gewichte verlieren.

Um dieſes durch Erfahrungen zu prüfen, nahm ich ein Stück Glas, welches in der Luft 200 Grammen, und unter deſtillirtem Waſſer 124,3 Grammen wog, deſſen ſpecifiſches Gewicht folglich 2,6402 war, und ſtieſs es in einem Mörſer klein. Als ich darauf dieſen Glasſtaub wieder wog, fand ich, daſs zwar das Gewicht von 200 Grammen in der Luft geblieben war, daſs er aber im Waſſer nur 108,5 Grammen wog. Das ganze Glas verlor alſo nur 75,7, und der Glasſtaub 91,5 Grammen; jenes hatte folglich ein ſpecifiſches Gewicht von 2,6042, dieſes nur von 2,1846.

Anfangs glaubte ich, dieſe Wirkung ſey ganz derſelben Urſache zuzuſchreiben, welche in den Verſuchen des Dr. PETIT trockenen Gold- und Silberblättchen ſchwimmend erhält, und macht, daſs die Magnetnadel, ſo lange ſie trocken iſt, ſich auf

Körpers gehören, nicht aber bei der Summe der Voluminum der einzelnen Theile, alleſammt in Anſchlag kommen. *d. H.*

Digitized by Google

einer ruhigen Wasserfläche frei drehte, oder dass Wassertropfen über eine Wasserfläche hinrollten; nämlich die mit der Oberfläche dieser Körper cohärirenden Luft, die das Ganze specifisch leichter macht, und die unter der Luftpumpe oder beim Naßwerden der Körper weicht. Ich brachte daher das fein gestoßene Glas in einem Gefäße mit Wasser unter die Luftpumpe, und wirklich erhoben sich daraus viele Luftblasen. Als sich deren keine mehr entwickelte, wog ich diese 200 Grammen noch einmal im Wasser unter dem Recipienten, und fand ihr Gewicht 113,2 Gr. Ihr Verlust im Wasser war folglich 86,8 Gr. und ihr specifisches Gewicht 2,3021.

Aus dieser Erfahrung lernte ich, erstens, dass noch eine beträchtliche Menge von Luft an dem zerstoßenen Glase hängen geblieben war, ungeachtet ich es im Wasser umgerührt hatte, nämlich so viel als das Volumen von 4,7 Gr. destillirten Wassers beträgt; zweitens, dass der Gewichtsverlust des zerstoßenen Glases im Wasser nicht durch die Cohäsion mit der Luft allein verursacht wird, sondern dass darauf noch andere Ursachen Einfluss haben.

Nachdem ich mich durch wiederholte Versuche versichert hatte, dass dieser Umstand immer statt hat, und dass er theils von der Beschaf-

Digitized by Google

ſenheit, theils von der Theilbarkeit des Glaſes abhängt, ſo ſuchte ich, wo möglich, das Geſetz aufzufinden, nach welchem die Verminderung der ſpecifiſchen Schwere von der Zerſtückelung eines und deſſelben Glaſes abhängt. Ich nahm zu dem Ende ein Quadrat von Glas, welches in der Luft 49,48 Gr. wog, und 29,48 Gr. Waſſer im luftleeren Raume verdrängte, deſſen ſpecifiſches Gewicht folglich 2,4739 war. Dieſes Glas wurde nachgerade in 20, 63, 320, 624, 1660, 2520 Theile zerſtückt *) und das ſpecifiſche Gewicht deſſelben in jedem dieſer Zuſtände unterſucht. Es betrug

bei	1	Stück	2,4739	ſpecifiſches	Gewicht
	20	—	2,4700	—	—
	63	—	2,4642	—	—
	320	—	2,4460	—	—
	624	—	2,4311	—	—
	1660	—	2,4108	—	—
	2520	—	2,3995	—	—

Aus dieſen ſieben Beobachtungen habe ich die Verminderung des ſpecifiſchen Gewichts für Theilungen nach arithmetiſcher Progreſſion

*) Wie? ſagt Herr Haſſenfratz eben ſo wenig, als ob alle Theile gleich waren; doch gehört dieſes zur Beurtheilung des Verfahrens. d. H.

Digitized by Google

zu bestimmen gesucht, und meine Berechnung giebt mir folgendes:

Zahl der Stücke.	Specifisches Gewicht.	Unterschiede.
1	2,4739	
100	2,4615	114
200	2,4537	78
300	2,4472	65
400	2,4420	52
500	2,4371	47
600	2,4330	41
700	2,4296	36
800	2,4265	31
900	2,4238	27
1000	2,4215	23
1100	2,4194	21
1200	2,4175	19
1300	2,4160	15
1400	2,4145	15
1500	2,4130	15
1600	2,4116	14
1700	2,4102	14
1800	2,4089	14
1900	2,4076	13
2000	2,4063	13
2100	2,4050	13
2200	2,4037	13

Digitized by Google

Zahl der Stücke.	Specifiſches Gewicht.	Unterſchiede.
2300	2,4024	13
2400	2,4011	13
2500	2,3999	12 *)

Das Glas, deſſen ich mich bei dieſem Verſuche bediente, hatte einen Quadratdecimeter Fläche und zwei Millimeter Dicke, mithin 2,008

*) H. Haſſenfratz ſagt wiederum nicht, wie er dieſe Berechnung angeſtellt hat. Um ſeine Zahlen einigermaſsen zu prüfen, habe ich aus den drei Verſuchen für 1, 320 und 624 Stück, unter der Vorausſetzung, daſs Alles in eine arithmetiſche Reihe zweiter Ordnung paſſe, nach der bekannten Interpolationsmethode folgende ſpecifiſche Gewichte für 1 bis 600 Stück berechnet.

Stück.	ſpecif. Gewicht.	Unterſchiede.
1	2,4739	
100	2,4637	102
200	2,4547	90
300	2,4471	76
400	2,4408	63
500	2,4357	51
600	2,4316	41

Dieſe Zahlen ſind beträchtlich von denen unſers Verfaſſers unterſchieden. Freilich giebt meine Rechnung für 20 Stück das ſpecifiſche Gewicht 2,4716, und für 64 Stück, 2,4668. Ob dieſe groſse Abweichung blos daran liegt, daſs die Vorausſetzung, nach der von mir interpolirt iſt, ſo weit von der Wahrheit abweicht? *d. H.*

Digitized by Google

Quadratdecimeter Oberfläche. *) Durch das Zerſtücken vermehrten ſich die Oberflächen, indeſs das ſpecifiſche Gewicht abnahm; doch ſcheint es nicht, daſs jene in eben dem Verhältniſſe zugenommen hätten, wie dieſes abnahm.**)

*) Da ein Decimetre der zehnte Theil 0,1, der Millimetre hingegen der tauſendſte Theil 0,001 der neuen franzöſiſchen Linear-Einheit, d. h., des Metre iſt; ſo enthält ein Quadratmetre 100 Quadratdecimetres, und 1000000 Quadratmillimetres, mithin ein Quadratdecimetre, 10000 Quadratmillimetres in ſich. Jede der ſchmalen Seitenflächen war 1 Decimetre lang und 2 Millimetres breit, giebt 200 Quadratmillimetres, d. h., $\frac{200}{10000}$ oder $\frac{2}{100}$ Quadratdecimetres, mithin für alle vier ſchmale Seitenflächen 0,08, und für die ganze Oberfläche des Glaſes 2,08 Quadratdecimetres. Herr Haſſenfratz ſcheint ſich alſo hier um eine ganze Decimalſtelle zu irren. *d. H.*

**) Herr Haſſenfratz ſucht dieſes durch eine Rechnung darzuthun, die ich übergehe, da ſie mir nicht ganz richtig zu ſeyn ſcheint. Nach ihm ſoll die Oberfläche der 100 Stück 2,044, der 200 Stück 2,066, der 300 Stück 2,088 Quadratdecimetres enthalten, und er gründet auf dieſe arithmetiſche Zunahme der Oberflächen ſein Raiſonnement. Dieſe Zahlen ſind aber nicht nur auf dieſelbe Art, wie die in der vorigen Anmerkung, unrichtig, ſondern es ſcheint in ihnen, wie man ſich auch die Stücke aus dem gegebenen Quadrate geſchnitten denke, (denn auch das vergiſst Herr Haſſenfratz zu beſtimmen,) noch ein zweiter Irrthum zu lie-

Digitized by Google

Uebrigens habe ich dieſen Verſuch, der mich durch das Unregelmäſsige in der Abnahme der ſpecifiſchen Gewichte in Verwunderung ſetzte, fünf Mahl wiederholt, und, von dem Unter-

gen. Geſetzt, die 100 Stücke ſind insgeſammt Quadrate, ſo muſs die Tafel 9 Mahl nach einer Richtung, und eben ſo 9 Mahl nach der Richtung, die darauf ſenkrecht iſt, geſchnitten werden. Jeder Schnitt giebt zwei neue Oberflächen, deren jede 0,02 Quadrat decimetres groſs iſt. Bei 18 Schnitten nimmt folglich die Oberfläche um 36 × 0,02, d. h., um 0,72 Quadratdecimetres, zu. Statt deren berechnet Herr Haſſenfratz nur eine Zunahme von 0,036 Quadratdecimetres. Werden noch 10 Schnitte nach einer dieſer Richtungen geführt, ſo erhalten wir 200 Stücke, und eine Oberfläche von 2,8 + 0,4 Q. Decimetres; und führen wir nach der Richtung, die darauf ſenkrecht ſteht, 5 Schnitte, ſo erhalten wir 300 Stücke, deren Oberfläche 3,2 + 0,2 Quadratdecimetres beträgt. Iſt der Körper durch 20 Schnitte nach einer, und 25 Schnitte nach der darauf ſenkrechten Richtung, in 500 Theile getheilt; ſo bedarf es nur 4 Schnitte nach der erſtern Richtung, um 600 Theile zu erhalten, und dann nimmt die Oberfläche nur um 0,16 Quadratdecimetres zu. Und auf dieſe Art wächſt die Summe aller Oberflächen *keineswegs gleichförmig, wenn die Zahl der Theile gleichförmig zunimmt*, wie Herr Haſſenfratz behauptet, ſondern ſie nimmt langſamer zu, gerade ſo wie das ſpecifiſche Gewicht bei mehrern Theilen immer um weniger abnimmt. Dieſe Zunahme richtet ſich nach der Art, wie die Theilung bewerkſtelligt wird, und

Digitized by Google

ſchiede abgeſehen, der aus der Verſchiedenheit des Glaſes entſprang, jedesmal ähnliche Reſultate erhalten. Stoffe, die ſich beim Zertheilen zuſammendrücken, wie z. B. Metalle, ſind zu dieſen Verſuchen nicht brauchbar, da ihr ſpeci-

mir ſcheint wenigſtens die die natürlichere, wo alle Theile möglichſt gleich werden. Dagegen ſcheint Herr Haſſenfratz ſich vorgeſtellt zu haben, die Theilung werde von 100 an, immer durch Schnitte nach einer und der nämlichen Richtung bewirkt; in welchem Falle allerdings für jedes neue 100 von Stücken, die Oberfläche immer um gleich viel, nämlich um 0,4, (bei ihm fälſchlich 0,022,) Quadratdecimetres vermehrt, alſo die Zunahme der Oberflächen gleichförmig ſeyn würde. Allein dann müſsten die Stücke gar lange und ſchmale Rechtecke werden, und ich zweifle ſehr, daſs dieſes die Geſtalt der abgewogenen Glastheile geweſen ſey.

Endlich iſt das ganze Verfahren, welches Herr Haſſenfratz einſchlägt, um ein Geſetz zwiſchen der Flächenzunahme und der Abnahme des ſpecifiſchen Gewichts zu finden, nicht ganz tadelfrei. Er hätte die Oberfläche der Theile berechnen müſſen, deren ſpecifiſches Gewicht er unmittelbar beſtimmt hatte; das würde etwas Sicheres geben. Indem er aber aus den beobachteten ſpecifiſchen Gewichten andere berechnet, trägt er eben dadurch ein willkührliches Interpolationsgeſetz hinein, kann alſo daraus nicht das wahre Geſetz der Abhängigkeit rein und lauter finden. *d. H.*

fiſches Gewicht beim Comprimiren vermehrt wird, und daher die Verminderung des ſpecifiſchen Gewichts, wegen der Menge der Theile, aufhebt.

Da ich mich durch die Verſuche unter der Luftpumpe überzeugt hatte, daſs die Verminderung des ſpecifiſchen Gewichtes, bei dieſen Verſuchen, nicht von der adhärirenden Luftſchicht abhängt; ſo boten ſich mir zwei andere Gründe zur Erklärung dieſer Erſcheinung, als die natürlichſten, wo auch nicht als die einzigen, dar:

1. Die Adhärenz oder die Verwandtſchaft der Flüſſigkeit gegen den Körper, den wir wägen.
2. Der Unterſchied von Verwandtſchaft der kleinſten Theilchen des Körpers unter einander, und gegen die kleinſten Theilchen der Flüſſigkeit, in die der Körper getaucht wird.

Von dem Einfluſſe der erſten Urſache haben wir ſehr viele Beiſpiele. Wird ein Stein von der Höhe eines Gebäudes herabgeworfen, ſo fällt er ſehr ſchnell zu Erde; verwandelt man ihn aber in Staub, ſo fallen zwar die gröſsern Stücke ſchnell, die kleinern aber nur allmählig, und die kleinſten bleiben ſelbſt in der Luft ſchweben und

Digitized by Google

der Wind führt ſie mit ſich fort. Dieſes hängt ganz allein von ſeiner Verwandtſchaft gegen die Luft ab, welche jetzt gröſser iſt, als die Kraft, mit welcher er gegen den Boden getrieben wird. *)

Das Waſſer, welches an ſpecifiſchem Gewichte die Luft 824 Mahl übertrifft, ſchwebt oft in dieſer Flüſſigkeit. So ſind die Nebel aus frei gewordenen Waſſertropfen gebildet, welche die Luft durch ihre Verwandtſchaft ſo lange zurückhält, bis ihr Gewicht, durch das Zuſammenflieſsen mehrerer, zu groſs wird. Eben ſo ſchwimmt gepulverter Schie-

*) Hier ſcheint Herr Haffenfratz über die ihm als Chemiker geläufigen Vorſtellungsarten, bekannte Sätze der Phyſik überſehen zu haben. Die Anziehung der Luft, welche nach der Zertheilung des Körpers ſtärker wirkt, möchte wohl den Fall nicht wirklich verzögern, geſchweige denn, daſs ſie die einzige Urſache iſt, die dieſe Verzögerung bewirkt. Dieſe liegt bekanntlich im Widerſtande, den die Luft Körpern, die ſich in ihr bewegen, leiſtet, und dieſer Widerſtand nimmt mit der Oberfläche des Körpers zu, vermindert folglich, bei gröſserer Oberfläche, die Geſchwindigkeit des Falles ſtärker. Da die Adhäſion der Lufttheilchen die Oberfläche der ſich bewegenden Maſſe vergröſsert, ſo möchte ſie eher als der von Herrn Haffenfratz angegebene Grund in Betracht kommen. d. H.

Digitized by Google

ſer, ungeachtet ſein ſpecifiſches Gewicht 2,85 iſt, ſelbſt unter der Luftpumpe, lange über dem Waſſer; fein geſchlagene und zerriebene Goldblättchen erhalten ſich lange in dem ſogenannten Goldwaſſer ſchwebend; und gepulverte Harze ſind, ungeachtet ihres gröſsern ſpecifiſchen Gewichtes, doch nur mit Mühe zum Unterſinken im Waſſer zu bringen.

Alle dieſe Erfahrungen zeigen, daſs die Anziehung des Mittels, in welchem Körper gewogen werden, ihr Gewicht vermindern kann, und daſs dieſe Verminderung in dem Verhältniſſe ihrer Theilung zunehmen müſſe.

Um mich von der Wahrheit dieſes Reſultats zu verſichern, beſtimmte ich das ſpecifiſche Gewicht des Oehls, einmahl mit einem gewöhnlichen Areometer, der in das Oehl getaucht wird, das andere Mahl durch das Abwägen in einer Flaſche mit engem Halſe, nach Hombergs Art. Nach jener Beſtimmung war das ſpecifiſche Gewicht 0,9156, nach dieſer 0,9183. So wird man, je nachdem die Flüſſigkeiten gröſsere oder geringere Anziehung zum Areometer als zum Waſſer haben, bald bei jenem, bald bei dieſem Verfahren, ein gröſseres ſpecifiſches Gewicht für daſſelbe Fluidum erhalten. Um in beiden Fällen glei-

che Reſultate in einerlei Flüſſigkeit zu bewirken, müſſen das Areometer und die Flaſche von gleicher Materie, ja, ſelbſt von einerlei Glasart ſeyn, da die Haarröhrchen zeigen, daſs die Anziehung der Flüſſigkeit gegen verſchiedene Glasarten verſchieden iſt.

Was den Unterſchied zwiſchen der Verwandtſchaft der Molecülen des feſten Körpers gegen einander und gegen den flüſſigen Körper betrifft, in welchem er gewogen wird; ſo ſcheint dieſe Verſchiedenheit beſonders dann von Einfluſs zu ſeyn, wenn die Verwandtſchaft der Molecülen des feſten Körpers gegen einander, die Verwandtſchaft derſelben zu der Flüſſigkeit übertrifft. Zerſtückt man einen ſolchen Körper, ſo werden die Molecülen deſſelben von einander entfernt, und dafür die des flüſſigen Körpers ihnen genähert. Dieſe gröſsere oder geringere Annäherung muſs die Verwandtſchaften nothwendig ändern. Bis jetzt fehlen mir noch die nöthigen Erfahrungen hierüber; ich verſchiebe daher dieſe Auseinanderſetzung bis zu der Beendigung der Verſuche, die ich zu dem Ende begonnen habe.

Um mich durch einen directen Verſuch von dem Einfluſſe der Anziehung der Molecülen einer Flüſſigkeit gegen den feſten Körper, welcher

Digitized by Google

gewogen wird, zu überzeugen, verbeſſerte ich das Hombergiſche Areometer dahin, daſs ich eine Flaſche mit weitem Halſe nahm, (Taf. VII, Fig. 2,) deren Oeffnung ich ausſchleifen und mit einem Stöpſel von Blei, (Fig. 3,) verſehen lieſs, deſſen oberer Rand hervorragte, und der ſich leicht aufſtecken lieſs, ſich dabei aber nur bis zu einem beſtimmten Punkte einſenkte.*) Dieſer Stöpſel war in der Mitte durchbohrt und unten etwas ausgehöhlt, damit, wenn er auf die volle Flaſche geſetzt würde, keine Luftblaſe unter ihm blieb; und ſo ſtimmte dieſe Flaſche in Abſicht des engen Halſes mit dem Hombergiſchen Areometer überein, lieſs ſich dabei aber viel leichter füllen.

In dieſer Flaſche, die 800 Grammen deſtillirten Waſſers faſste, (und deren Angaben ich dadurch geprüft hatte, daſs bei 14mahligem Abwägen von deſtillirtem Waſſer, an einer Wage, die bei $\frac{1}{50}$

*) Ramsden, (*An account of experiments to determine the ſpecific gravities of fluids* etc., by Ramsden, London 1792. 4.,) beſchreibt ein ſolches Gefäſs, deſſen er ſich ſchon ſeit 1776 bedient. Eine andere Einrichtung von Herrn Schmeiſser, (Voigt's *Magazin für die Naturk.*, B. IX, St. 2, S. 97 u. f.,) iſt der hier beſchriebenen noch ähnlicher. A.

Digitized by Google

Gramm Ausschlag gab, kein gröfserer Unterschied als von $\frac{1}{10}$ Gramm erfolgte,) suchte ich das specifische Gewicht der 2520 Glasstücke, die ich aus einer Glasplatte von einem Quadratdecimeter Fläche und zwei Millimeter Dicke erhalten hatte. Das specifische Gewicht der ganzen Scheibe, im Wasser nach gewöhnlicher Methode gewogen, war 2,4739; das specifische Gewicht der Stücke, eben so bestimmt, 2,3995, hingegen in der Flasche, nach dem Auspumpen der Luft, 2,4807.

Dies ist ein offenbarer Beweis, dafs die Verminderung des specifischen Gewichtes, das sich bei Zerstückung der Körper zeigt, von der Anziehung der Flüssigkeit abhängt, in welcher sie gewogen werden. Denn diese Verminderung fand im letztern Falle, wo die Wirkung der Anziehung aufgehoben ist, nicht Statt. Zugleich sieht man, dafs das grofse Stück eine Verminderung seines specifischen Gewichts von 0,0068, und mithin eine Gewichtsverminderung von 0,05 Grammen, durch seine Anziehung gegen das Wasser erlitten hatte.

Aus diesen Beobachtungen ziehe ich folgende Schlüsse:

Digitized by Google

1. Dafs das ſpecifiſche Gewicht der Körper nach dem Verhältniſſe ihres Volums ſich ändert.

2. Dafs dieſe Aenderung gröſstentheils durch die Anziehung des Körpers, welcher gewogen wird, gegen die Flüſſigkeit, in welcher man ihn wägt, bewirkt wird.

3. Dafs indeſs dieſe Aenderung bei dem Gebrauche der oben beſchriebenen Flaſche, (des verbeſſerten Hombergiſchen Areometers,) nicht ſtatt findet, und dafs mithin dieſe Art, das ſpecifiſche Gewicht zu beſtimmen, einen Vorzug vor der gewöhnlichen hat. *A.*

Digitized by Google

III.

VORSCHLÄGE
zur Vervollkommnung der Areometer,

von

L. A. von Arnim.

Um die Bemerkungen des Bürgers Haſſenfratz, über die Veränderung des ſpecifiſchen Gewichts durch die Adhärenz, nützen zu können, muſs vorher unterſucht werden: ob dieſer Einfluſs ſich über alle unſre Werkzeuge zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts feſter und flüſſiger Körper erſtreckt? Zugleich führen ſie uns auf eine andere nicht minder wichtige Frage: ob die ſpecifiſche Anziehung der verſchiedenen Materien gegen die atmoſphäriſche Luft, in der wir ihr abſolutes Gewicht beſtimmen, ebenfalls einen veränderlichen Einfluſs auf unſre Wagen hat?

Hr. Haſſenfratz ſagt nicht, ob er mit dem Nicholſonſchen Areometer, oder mit der gewöhnlichen hydroſtatiſchen Wage, oder mit ſeinem eignen Areometer, (ſ. *Annalen*, I. B., 2. St., S. 146,) jene falſchen Reſultate erhalten, denen er nur durch die Hombergiſche Methode auswich. Genug, alle drei Methoden ſind augenſcheinlich dem Fehler unterworfen, daſs die Anziehung der

Digitized by Google

Flüſſigkeit den Druck der Körper auf das Fluidum, und dadurch die Anzeige des ſpecifiſchen Gewichts vermindert; und bedürfen deshalb einer Correctionstafel, deren Entwerfung nicht wenig ſchwierig ſeyn möchte. Doch läſst ſich dieſer Störung bei den Nicholſonſchen Areometern vielleicht durch eine ſehr einfache Aenderung ausweichen.

In allen den Fällen, wo irgend eine ſpecifiſche Anziehung der allgemeinen Anziehung entgegen wirkt, wird dieſe nur in einer gewiſſen Rückſicht, keinesweges aber überhaupt aufgehoben. So hört das Eiſen, welches der Magnet trägt, nicht auf, ſchwer zu ſeyn; nur drückt es jetzt nicht mehr gegen den Körper, der darunter liegt. Es hat nun mit dem Magnete einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt; und wer dieſen unterſtützt, trägt eben ſo viel, als wenn beide durch keine ſpecifiſche Anziehung vereinigt wären. So wird auch der Theil der Schwere der Körper, welcher durch ihre Adhäſion mit dem Waſſer für das Areometer verloren geht, nicht aufgehoben, ſondern er wirkt bei der Schwere des Ganzen mit, und läſst ſich daher in Rechnung bringen, wenn man auf die Schwere des Waſſers, worin der Körper liegt, gehörig ſieht. Dazu würde ich nun ein cylindri-

ſches Gefäſs, (Taf. VII, Fig. 5,) ſtatt des koniſchen bei den gewöhnlichen Nicholſonſchen Areometern vorſchlagen. In dieſes legt man die Körper, nachdem man ihr abſolutes Gewicht erforſcht hat, und ſchlieſst dann das Gefäſs durch den ſpitzen, mit einer Schraube verſehenen Deckel *B*, der in ſeiner Spitze bei *c* eine kleine Oeffnung hat, um dem Waſſer freien Zutritt in das Gefäſs zu geſtatten, ohne daſs Luft darin bleibt. So trägt das Areometer den durch Adhärenz erleichterten Körper und auch das dadurch gleich viel erſchwerte Waſſer, und man erhält das gehörige ſpecifiſche Gewicht.

Aber auch das Fahrenheit-Schmidtſche allgemeine Areometer ſcheint mir Beſtimmungen zu geben, die von dem erwähnten Fehler frei ſind. Da dieſes in Flüſſigkeiten jeder Art, welche die verſchiedenſte Anziehung gegen Glas haben, getaucht wird, ſo ſollte man zwar das Gegentheil vermuthen; da aber dieſe Anziehung ringsum gleich ſtark wirkt, ſo ſcheint ſie den Stand des Werkzeugs in der Flüſſigkeit, worauf dabei alles ankommt, nicht zu ändern, ſondern nur einen Widerſtand bei der Veränderung dieſes Standes, durch aufgelegte Gewichte, hervorzubringen. Aber dieſer Widerſtand kann nur ſehr geringe ſeyn, da Alle, die dieſes Werkzeug kennen, die

Digitized by Google

Empfindlichkeit deſſelben, und die Genauigkeit bewundern, mit welcher es Unterſchiede von Tauſendtheilen des ſpecifiſchen Gewichts angiebt. *) Ja, dieſe groſse Empfindlichkeit iſt ſelbſt das Haupthinderniſs beim Gebrauche des Inſtruments, welches deshalb einen groſsen Vorrath von kleinen ſehr genauen Gewichten erfordert.

Um dieſes Vorraths und des Zeitverluſtes, den das Abwägen mit ſo kleinen Gewichten veranlaſst, entübrigt zu ſeyn, möchte ich eine Veränderung des allgemeinen Areometers, wie ſie Figur 4 darſtellt, vorſchlagen. In dieſer Figur iſt Alles wie bei dem allgemeinen Areometer, bis auf die beiden Glasröhren ab und $\alpha\beta$, zwiſchen welchen Scalen liegen. Denn ob der hohle Theil 4 einer Birne oder einer Kugel gleicht, iſt unweſentlich. Jene beiden Röhren ab und $\alpha\beta$ ſind dazu beſtimmt, daſs Queckſilber und deſtillirtes Waſſer, (welche die Stelle der Gewichte vertreten,) hinein gegoſſen werde. Damit gleiche Gewichte in ihnen gleiche Längen einnehmen, müſſen ſie durchgehends gleich weit ſeyn, und gerade ſo wie Barometerröhren geprüft werden. Die, welche für das Queckſilber beſtimmt iſt, wird nur wenig entfernt von der Achſe des In-

*) Siehe LICHTENBERG's *Anmerkungen zu* ERXLEBEN's *Naturlehre.* Sechste Auflage, §. 472, S. 410.

Digitized by Google

ſtruments angeſchmolzen. Die Scale wird in gleiche Theile getheilt, nachdem man durch einen Verſuch gefunden hat, welche Länge einem beſtimmten Gewichte Queckſilber in der Röhre zukommt. Das Gewicht der Flüſſigkeit, die das Areometer aus der Stelle drückt, iſt dann gleich dem Gewichte des Inſtruments, addirt zu dem eingegoſſenen Gewichte. Richtet man daher das Inſtrument ſo ein, daſs es etwa 7000 Theilchen wiegt, und, um in deſtillirtem Waſſer bis an die beſtimmte Stelle ſich einzutauchen, noch mit 3000 ſolcher Gewichtstheilchen beſchwert werden muſs; ſo zeigt die Veränderung jedes ſolchen Gewichtstheilchens die Veränderung von 0,0001 im ſpecifiſchen Gewichte an. Durch die Queckſilberſäule beſtimmt man Zehntheile und Hunderttheile, durch die Waſſerſäule Tauſend- und Zehntauſendtheile des ſpecifiſchen Gewichts. Dieſes Areometer könnte auſser der gröſsern Bequemlichkeit und der gröſsern Genauigkeit vielleicht noch einen andern Vorzug haben, indem es die Veränderungen des ſpecifiſchen Gewichts, welche durch die Abweichungen von dem angenommenen mittlern Wärmegrade entſtehen, durch Ausdehnung oder Zuſammenziehung des Queckſilber- und Waſſergewichts compenſirte. Diese Compenſation iſt freilich nicht pünktlich, aber

leider ist sie für andere Areometer, wegen der vielen nöthigen Beobachtungen, gar nicht in Rechnung zu bringen. Bei diesen Vorzügen hat ein solches Areometer jedoch den Nachtheil, dafs es nicht nur oben, sondern auch nach unten, (um hierher den Schwerpunkt zu bringen,) verlängert werden mufs; und diese Verlängerung macht es zerbrechlicher und auf Reisen weniger brauchbar. Diesem liefse sich jedoch dadurch abhelfen, dafs man, wie in Fig. 6, die beiden Röhren *ab* und *αβ*, in das hohle, vorhin kugelförmige, jetzt cylindrische, Gefäfs *mnop* einsenkte, da dann das Instrument nur wenig länger zu werden brauchte.

Wer die Bestimmung von Zehntausendtheilen des specifischen Gewichts dem Schmidtschen Areometer noch hinzufügen will, kann, (nach Anleitung der 5ten Figur,) an den Teller *ab* für die Auflegegewichte, die mit einer Scale versehene Glasröhre *αβ* anschmelzen, welche durch das eingegossene destillirte Wasser diese feinern Abweichungen angiebt.

Hier noch einige andere Areometervorschläge.

Alle Areometer, die ich kenne, sind nur für Flüssigkeiten brauchbar, die wir in hinlänglicher Menge besitzen, um einen hohen Becher damit zu fullen. Aber wie oft kommen uns nicht ge-

Digitized by Google

ringere Mengen von Flüſſigkeiten vor! und für ſie mangelt noch ein Mikro-Areometer, das kleine Mengen ohne groſse Fehler meſſen könnte. Dazu iſt das Werkzeug beſtimmt, welches ich in Figur 10 vorgeſtellt habe. *A* iſt eine hohle Glaskugel, an welche eine kleinere mit Schrot oder Queckſilber gefüllte Kugel angeſchmolzen iſt. Die Glasröhre iſt doppelt und mit einer Scale verſehen, hat entweder bei *a* einen Boden oder geht auch durch die Kugel *A* durch. Oben iſt ſie offen und von innen bei *dd* mit einem Ringe von gefärbtem Glaſe verſehen. Bis zu dieſem Ringe wird die Röhre mit der zu unterſuchenden Flüſſigkeit gefüllt und das Areometer in deſtillirtes Waſſer geſetzt, ſo zeigt die Scale *ab*, durch tieferes oder geringeres Einſinken, das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit an; denn bei gleichem Volumen verhalten ſich bekanntlich die Dichtigkeiten oder ſpecifiſchen Gewichte zweier Körper gegen einander, wie ihre abſoluten Gewichte. Bei meinem Inſtrumente haben aber die Flüſſigkeiten, welche unterſucht werden, gleiche Volumina, indem ſie alle die Röhren bis zu dem bunten Glasringe ausfüllen, und nach ihrem abſoluten Gewichte richtet ſich die gröſsere oder geringere Menge von Waſſer, welche das Werkzeug aus der Stelle

Digitized by Google

treibt, mithin auch das geringere oder ſtärkere Einſinken des Glascylinders *ab*. Iſt dieſe in ſeiner ganzen Länge von gleichem Durchmeſſer, ſo wird, bei gleichen Gewichtszunahmen, auch die Gröſse des eingetauchten Stücks gleichmäſsig zunehmen, daher denn die Scale der Glasröhre in ihrer ganzen Länge in gleiche Theile einzutheilen iſt. Dieſe gleichen Theile beſtimme ich auf folgende Art. Ich beobachte den Stand des Inſtruments, wenn es mit Naphtha, Waſſer und Schwefelſäure, alſo mit der leichteſten, der ſchwerſten, und der Flüſſigkeit, auf welche alle übrige ſpecifiſche Gewichte, als Einheit, bezogen werden, gefüllt iſt, und theile den Raum dazwiſchen in die bekannten Zehntheile und Hunderttheile ein. Die Tauſendtheile können zwar nicht auf der Scale angezeigt, aber doch ungefähr geſchätzt werden.

Ein anderes Inſtrument, welches im praktiſchen Gebrauche die Stelle eines Areometers, vielleicht auch eines ſogenannten Bertholimeters vertreten kann, iſt in Fig. $\frac{9}{11}$ vorgeſtellt. In der Anwendung ſucht man das ſpecifiſche Gewicht der Stoffe gewöhnlich nur zu wiſſen, um darnach den Grad ihrer Reinheit oder ihre Vermiſchung mit einem fremdartigen Stoffe beurtheilen zu können. Dazu gebraucht man Alkoholometer,

Digitized by Google

Soolwagen u. ſ. w. Das Werkzeug Fig. 9 beſteht aus einem Haarröhrchen *abcd*, aus ſtarkem Glaſe verfertigt, welches unten gekrümmt iſt, und ſich in den hohlen Glaskegel *eaf* endigt. In dieſen wird die Flüſſigkeit bis *gg* gegoſſen und durch Saugen ſchnell empor gehoben; dann fällt ſie bis zu dem Punkte, wo die ſpecifiſche Anziehung zwiſchen ihr und dem Glaſe ſie aufhält. Sind nun einige Flüſſigkeiten, wie z. B. Alkohol, Naphtha u. ſ. w. mit einer Flüſſigkeit, dem Waſſer, gemengt, ſo giebt das nach Verſchiedenheit der Miſchung eine ſehr verſchiedene Anziehung zu dem Glaſe. Man wird daher ihre Reinheit mit ziemlicher Genauigkeit aus ihrem Stande in den Haarröhrchen beurtheilen können. Zu einer Entwerfung der Scale werden freilich wiederholte Verſuche erfordert, da der Stand gar nicht in gleichem Verhältniſſe mit dem ſpecifiſchen Gewichte, ſondern in ganz eignen Progreſſionen zunimmt. Feuchtigkeit und Wärme haben auf den Stand der Flüſſigkeit, nach Muſſchenbroeks Verſuchen über Haarröhrchen, keinen, der Barometerſtand wenig Einfluſs. *)

*) Musschenbroekii *Diſſ. phyſ. et geomet.*, Viennae 1756, *de tubis capillaribus*, pag. 8., 53 u. ſ. w.

Digitized by Google

Ich komme nun zur zweiten Frage: ob die verſchiedene Anziehung der Körper gegen die Luft, nicht auch einen veränderlichen Einfluſs auf die Beſtimmung des abſoluten Gewichts vermittelſt unſrer Wagen hat. So geringe dieſer Einfluſs auch nur ſeyn kann, ſo ſcheint er doch ſchon von Herrn Profeſſor Schmidt in Gieſsen an einer Wage von vorzüglicher Einrichtung, und bei ſehr ſorgfältig angeſtellten Verſuchen wahrgenommen zu ſeyn. (S. Schmidt's *phyſiſch-mathematiſche Abhandlungen*, Gieſsen 1793, I, S. 214.) Herr Prof. Schmidt wog erſt Papier und Mandelöhl getrennt, auf dieſer Wage. Dann beſtrich er das Papier mit dem Mandelöhle, und fand das Ganze nachher $1\frac{1}{2}$ Richtpfennig leichter. Er glaubte nun zwar, die Urſache davon ſey, weil Anziehung der Luft den Körper, der in derſelben gewogen wird, ſchwerer mache, und Oehl geringere Anziehung gegen Luft als Papier hätte; beide Vorausſetzungen ſcheinen mir aber nicht ganz zuläſſig zu ſeyn. Die Luft drückt ringsum gleich ſtark auf den zu wägenden Körper, und die Anziehung der Luft kann den Körper nicht ſchwer, wohl aber ihn leichter machen, indem ſie ihn, ſo zu ſagen, an die umgebende Luft, in der er gewogen wird, feſſelt. Hätte nun Oehl weniger Anziehung gegen die Luft als Papier,

Digitized by Google

ſo würde das Ganze nach dem Beſtreichen ſchwerer geworden ſeyn, welchem doch die Erfahrung widerſprach. Jene Annahme der gröſsern Anziehung des Papiers, iſt nicht bloſs aus dieſer Urſache unzuläſſig, ſondern ihr widerſpricht auch die gemeine Erfahrung, daſs Oehl bei mittlerer Temperatur ſich ſchon mit dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre verbindet, und ſo verdirbt, Papier hingegen einer ſehr erhöheten Temperatur dazu bedarf.

Mit dieſen Schmidtſchen Erfahrungen haben auch die Beobachtungen des Herrn Eimbke, (Gren's *Journal der Phyſik*, Band VII, S. 31,) über den Gewichtsverluſt glühender Körper, Aehnlichkeit. Sie ſind indeſs aus einer andern Urſache, nämlich aus der Vermehrung des Volums der Körper, ohne Vermehrung der Maſſe, zu erklären, wobei ſie mehr Luft aus der Stelle drückten, alſo mehr am Gewichte verloren. So leicht man dieſen Erfolg auch vorherſehen konnte, ſo ſind ſie doch deswegen beſonders intereſſant, weil Muſſchenbroek *) und Andere, aus dieſer nicht erfolgten Gewichtsverminderung in

*) Musschenbroek *Eſſay de Phyſique.* à Leyde 1739, I, p. 471, §. 956.

ihren Verſuchen, die Schwere des Wärmeſtoffs erſchloſſen haben.

ANMERKUNG
zum vorhergehenden Aufſatze des Bürgers Haſſenfratz.

Ohne Herrn Haſſenfratz nur entfernt einer unrechtmäſsigen Benutzung eines fremden Eigenthums beſchuldigen zu wollen, kann ich doch nicht unterlaſſen, für den thätigen Hauskbée die Ehre der *erſten* Erfindung des Einfluſſes der ſpecifiſchen Anziehung der Flüſſigkeiten auf den Körper, der darin gewogen wird, zurückzufordern. Er erzählt, (*Experiences phyſico - méchaniques ſur différens ſujets, par* Hauskbée, *à Paris* 1754, T. I, p. 14 — 19,) daſs er einen Quadratzoll dickes Kupferblech, und dünnes Kupferblech von gleichem abſoluten Gewichte, deſſen Oberfläche ſich zu jenem verhielt, wie 1 : 225, im Waſſer gewogen, und am dünnen Bleche zwei Gran Verluſt mehr wahrgenommen habe. Eben ſo zerſtieſs er Kryſtallglas, nahm gleiche Gewichte von dieſem und von dem nicht zerſtückten Glaſe, und fand wiederum eine

gröſsere Gewichtsverminderung des erſtern im Waſſer. Dieſes erklärt er daher, weil die feinern Glastheile im Waſſer ſchwimmen, ohne auf die Schale der Wage zu drücken. Endlich ſagt er, (pag. 17:) *Ce Phénomène doit être attribué à la même cauſe, qui ſoutient les liqueurs dans les tuyaux capillaires, c'eſt-à-dire, à l'attraction.* So richtig erklärte er ſchon dieſes Phänomen, und doch hat man es bisher ſo ganz überſehen.

A.

Digitized by Google

IV.

Specifiſche Gewichte einiger im Waſſer auflöslichen Stoffe, beſtimmt

vom

Bürger Hassenfratz. *)

Herr Haſſenfratz bediente ſich bei dieſen Unterſuchungen des Fläſchchens aus Kryſtallglas, welches im zweiten Aufſatze dieſes Stücks der Annalen, S. 409, als ein verbeſſertes Hombergſches Areometer beſchrieben wird. Statt des Waſſers, worin die Stoffe ſich aufgelöſ't hätten, füllte er es mit Queckſilber, deſſen ſpecifiſches Gewicht 13,561 betrug. Die Flaſche wog leer 262, voll Queckſilber 2018 Grammen, und hielt daher 0,01288 Litres. Bei zehn wiederholten Abwägungen der vollen Flaſche, fand ſich nur ein Unterſchied von 0,105 Grammen. Zuerſt wurde der Stoff in der leeren Flaſche gewogen, wodurch ſich das abſolute Gewicht deſſelben beſtimmte. Darauf füllte Herr Haſſenfratz die Flaſche vollends mit Queckſilber, brachte ſie unter die Luftpumpe, um von dem Körper die an-

*) *Annales de Chimie*, No. 82, An. 7. *Seconde ſuite du premier Mémoire de l'Aréometrie.*

Digitized by Google

hängende Luft zu ſondern, und wog ſo die Flaſche, da dann dieſes Gewicht, abgezogen von 2018 Grammen, und dazu gefügt das abſolute Gewicht des Stoffs, das Gewicht einer Queckſilbermaſſe von gleichem Volumen mit dem Körper gab. Bezeichnet man dieſe mit q, und das abſolute Gewicht des Stoffs mit p, ſo iſt das ſpecifiſche Gewicht dieſes Stoffs $\frac{p}{q} \cdot 13{,}561$. Auf dieſe Art ſind die ſpecifiſchen Gewichte von folgenden 103 Stoffen mit der gröſsten Sorgfalt beſtimmt worden:

Säuren.		Specifiſches Gewicht.		Mittleres ſpec. Gewicht.
Arſenikſäure,	— —	2,420	—	2,420
Boraxſäure,	ſublimirt	0,8707 0,755	—	0,8129
	zerfloſſen (*fondu*)	1,803	—	1,803
	des Kryſtalliſationswaſſers beraubt (*effleuri*)	0,498	—	0,498
Weinſteinſäure,		1,5962	—	1,5962
Phosphorſäure,		2,8516	—	2,8516
Kampherſäure,		0,770	—	0,770
Benzoeſäure,		0,667	—	0,667
Milchzuckerſäure,		0,551 0,739	—	0,645

Digitized by Google

		Specifiſches Gewicht.		Mittleres ſpec. Gewicht.
Alkalien.				
Gewächsalkali,		1,856 1,561	—	1,7085
Mineralalkali,		1,336	—	1,336
Erden.				
Kalkerde,		1,5949 1,4558	—	1,5253
Thonerde,		0,820	—	0,820
Talkerde,		0,346	—	0,346
Schwererde,	kalcinirt	2,374	—	2,374
	kryſtalliſirt	1,465	—	1,465
Strontionerde,	kalcinirt	1,647	—	1,647
	kryſtalliſirt	1,460	—	1,460
Salze.				
Ueberſchüſſig-ſchwefelſaures Kali, (*Sulfate acidule de potaſſe,*)	zerfloſſen	2,0481	—	2,0481
	kryſtalliſirt	1,5854	—	1,5854
Schwefelſaures Kali, völlig geſättigt,		2,5156 2,299	—	2,4073
Schwefelſaures Natron,		1,5345 1,357	—	1,4457
Schwefelſaures Ammoniak,		1,7676	—	1,7676
Schwefelſaure Kalkerde,		2,1895	—	2,1895
Schwefelſaure Thonerde,	in Octaëdern	1,7054 1,7165	—	1,7109
	in Kuben	2,2193	—	2,2193
Schwefelſaure Talkerde,		1,6603	—	1,6603

	Specifisches Gewicht.		Mittleres spec. Gewicht.
Schwefelsaurer Zink, in Körnern (*en grains*)	1,3695 1,335 1,278	—	1,3275
Schwefelsaurer Zink, krystallisirt	1,912	—	1,912
Schwefelsaures Eisen,	1,8399	—	1,8399
Schwefelsaures Kupfer,	2,1943	—	2,1943
Schwefelsaures Blei,	1,8742	—	1,8742
Schwefelsaurer Braunstein-König,	1,657	—	1,657
Schwefelsaure ammoniakalische Talkerde,	1,696	—	1,696
Schwefeligsaures Kali, (*Sulfite de potasse.*)	1,256 1,916	—	1,586
Schwefeligsaures Natron,	2,9566	—	2,9566
Schwefeligsaure Talkerde,	1,3802	—	1,3802
Schwefeligsaure Thonerde,	1,122	—	1,122
Schwefeligsaure Schwererde,	1,6938	—	1,6938
Schwefeligsaures Queckfilber,	4,068	—	4,068
Salpetersaures Kali,	1,9369	—	1,9369
Salpetersaures Natron,	2,0964	—	2,0964
Salpetersaures Ammoniak,	1,658 1,499	—	1,5785
Salpetersaure Kalkerde,	1,6207	—	1,6207
Salpetersaure Talkerde,	1,736	—	1,736
Salpetersaure Thonerde,	1,645	—	1,645
Salpetersaure Schwererde,	2,9149	—	2,9149
Salpetersaure Strontionerde,	3,0061	—	3,0061
Salpetersaurer Zink,	2,096	—	2,096
Salpetersaures Kupfer,	2,256 2,092	—	2,174

Digitized by Google

	Specifisches Gewicht.		Mittleres spec. Gewicht.
Salpetersaures Blei,	4 068	—	4,068
Salpetersaures Queckfilber,	3,825 / 4,003	—	3,914
Uebersaures salzsaures Kali,	1,989	—	1,989
Salzsaures Kali,	1,9367	—	1,9367
Salzsaures Natron,	2,2001	—	2,2001
Salzsaures Ammoniak,	1,5277 / 1,5608	—	1,5442
Salzsaure Kalkerde,	1,7603	—	1,7603
Salzsaure Talkerde,	1,601	—	1,601
Salzsaure Schwererde,	2,8257	—	2,8257
Salzsaure Strontionerde,	1,4402	—	1,4402
Salzsaurer Zink,	1,577	—	1,577
Salzsaures Kupfer,	1,636 / 1,719	—	1,6775
Salzsaures Blei,	1,8226	—	1,8226
Salzsaures Queckfilber,	7,1758	—	7,1758
Uebersaures salzsaures Queckfilber,	5,1398	—	5,1398
Salzsaures Zinn,	2,2932	—	2,2932
Ueberschüssig weinsteinsaures Kali,	1,9153	—	1,9153
Weinsteinsaures Kali,	1,4465 / 1,6670	—	1,5567
Weinsteinsaures Natron,	1,7437	—	1,7437
Essigsaures Natron,	1,109	—	1,109
Essigsaure Kalkerde,	1,005	—	1,005
Essigsaure Talkerde,	1,378	—	1,378

Digitized by Google

	Specifiſches Gewicht.		Mittleres ſpec. Gewicht.
Eſſigſaure Thonerde,	1,245	—	1,245
Eſſigſaure Schwererde,	1,828	—	1,828
Eſſigſaures Blei,	2,345	—	2,345
Eſſigſaures Kupfer,	1,779	—	1,779
Eſſigſaures Eiſen,	1,368	—	1,368
Phosphorſaures Kali, (ausgetrocknet,)	2,8516	—	2,8516
Phosphorſaures Natron,	1,333	—	1,333
Phosphorſaures Ammoniak,	1,8051	—	1,8051
Phosphorſaures ammoniakaliſches Natron,	1,509	—	1,509
Phosphorſaure Talkerde,	1,5489	—	1,5489
Phosphorſaure Schwererde,	1,2867	—	1,2867
Phosphorſaures Kupfer,	1,4158	—	1,4158
Phosphorſaures Queckſilber,	4,9849	—	4,9849
Gephosphorte Kalkerde, (*Phosphure de chaux*,)	0,9835	—	0,9835
Boraxſaures Natron, wie es im Handel vorkommt,	1,723	—	1,723
Boraxſaures Natron, geſättigt	1,351	—	1,351
Boraxſaure Kalkerde,	0,7007	—	0,7007
Boraxſaure Kalkerde und Talkerde,	0,9913	—	0,9913
Boraxſaures Queckſilber,	2,266	—	2,266
Kohlenſaures Kali,	2,012	—	2,012
Kohlenſaures Natron, derb	1,1242 / 1,494	—	1,3591
Kohlenſaures Natron, kryſtalliſirt	1,7377	—	1,7377

	Specifiſches Gewicht.	Mittleres ſpec. Gewicht.
Kohlenſaures Ammoniak,	1,055 / 0,877	— 0,966
Kohlenſaure Talkerde, gepulvert,	0,2733 / 0,315	— 0,2941
Kohlenſaure Thonerde,	1,118	— 1,118
Wolframſaures Ammoniak,	1,938	— 1,938
Blauſaures Queckſilber,	2,7612	— 2,7612
Arſenikaliſch-ſaures Kali,	2,155	— 2,155
Kampher,	0,9968	— 0,9968
Zucker, gewöhnlicher,	1,485 / 1,332	— 1,4085

Die Exemplare, nach welchen Herr Haſſenfratz die ſpecifiſchen Schweren beſtimmt hat, ſind insgeſammt von Bouillon Lagrange für die chemiſchen Vorleſungen Guyton's und Fourcroy's in der *Ecole Polytechnique*, mit groſser Sorgfalt bereitet worden, daher man ſich auf ihre möglichſte Reinheit verlaſſen kann. Noch war man mit der Präparation mehrerer für dieſe Schule beſchäftigt, und ihr ſpecifiſches Gewicht verſpricht Herr Haſſenfratz in der Folge nachzutragen.

Die Erſten, die ſpecifiſche Gewichte von Stoffen, die im Waſſer auflöslich ſind, beſtimmten, waren Neuton, in ſeiner *Optik*, und Muſſchenbroek, in ſeiner *Introd. in*

Philoſ. naturalem. Erſterer beſchreibt die Methode nicht, die er einſchlug; Letzterer wog jene Stoffe in friſchem Terpenthinöhle ab, und ſeinen Angaben folgt Briſſon, der bei der Wiederholung dieſer Verſuche Schwierigkeiten fand. Auch in Kirwan's *Mineralogie*, und in mehrern ſeiner Abhandlungen über die Zuſammenſetzung und das ſpecifiſche Gewicht verſchiedener Salze, die im *Journal de Phyſique*, A. 1784, überſetzt ſind, kommen neue Beſtimmungen des ſpecifiſchen Gewichts von Erden und Salzen, die ſich im Waſſer auflöſen, vor. Kirwan bediente ſich dabei einer eiſernen Büchſe, durch die ein Loch ging, in welcher er jene Stoffe ſtark zuſammenpreſste; ſo wog er ſie erſt in der Luft und dann in Alkohol ab. Folgende Tabelle dient zur Vergleichung dieſer verſchiedenen Angaben mit denen des Herrn Haſſenfratz.

Digitized by Google

	Specifisches Gewicht nach			
	Neuton.	Muſſchenbroek.	Kirwan.	Haſſenfratz.
Gewächsalkali, rein	—	—	4,6215	1,7085
Kalkerde —	—	2,3700	2,3908	1,5233
Talkerde —	—	—	2,3298	0,3460
Thonerde —	—	—	2,0000	0,8200
Schwererde —	—	—	4,0000	2,3740
Schwefelſaures Kali	—	2,3980	2,6360	2,4073
Schwefelſaures Ammoniak —	—	1,4063	—	1,7676
Schwefelſaure Thonerde —	1,714	1,7260	—	1,7109
Schwefelſaurer Zink	1 712	1,9000	—	1,9120
Schwefelſaures Eiſen	—	1,8800	—	1,8399
Schwefelſaures Kupfer — —	—	—	2,2300	2,1943
Salpeterſaures Kali	1,900	1,901	1,9330	1,9369
Salpeterſaures Natron —	—	1,8694	—	2,0964
Salzſaures Kali —	—	1,8365	—	1,9367
Salzſaures Natron	2,143	2,0835	—	2,2001
Eſſigſaures Blei —	—	2,3953	—	2,3450
Ueberflüſſig-weinſteinſaures Kali	—	1,8745	—	1,9153
Boraxſäure —	—	1,4797	—	1,8030
Borax, gewöhnlicher	1,714	1,7170	—	1,7230
Kohlenſaures Kali, nicht geſättigt —	—	2,749	—	2,0120
Kohlenſaures Natron	—	—	1,4210	1,3591
Kohlenſaures Ammoniak —	—	1,5026	1,8245	0 9660
Kampher —	0,996	—	—	0,9968
Arabiſches Gummi	1,375	—	—	—

Digitized by Google

Neuton's Angaben ſtimmen, wie man hieraus ſieht, mit denen des Herrn Haſſenfratz aufs beſte zuſammen; den einzigen ſchwefelſauren Zink, (*Danziger Vitriol,*) ausgenommen, bei welchem die Abweichung vielleicht daher kommt, daſs Neuton's Exemplar nicht völlig kryſtalliſirt war. Die groſsen Abweichungen in Muſſchenbroeks Beſtimmungen des ſpecifiſchen Gewichts der Kalkerde, des nicht geſättigten kohlenſauren Kali's und des kohlenſauren Ammoniaks von ſeinen, glaubt Herr Haſſenfratz ſich aus der Verwandtſchaft der Alkalien zum Terpenthinöhle erklären zu können, ſo wie die ausnehmende Verſchiedenheit in einigen von Kirwan's Angaben, aus dem Zuſammenpreſſen der Stoffe in der eiſernen Büchſe, in der ſie Kirwan unterſuchte. *)

* * *

*) Es iſt wohl ſchwerlich nöthig, daſs wir hierbei zu ſo gezwungenen und kaum begreiflichen Erklärungen unſre Zuflucht nehmen. Die ſo groſsen Unterſchiede in den meiſten Angaben erklären ſich viel leichter daraus, daſs Herr Haſſenfratz durch Kunſt bereitete Stoffe, in ihrer gröſsten Reinheit abwog, indeſs Muſ-

Digitized by Google

fchenbroek und Kirwan ungeläuterte Stoffe, wie ſie die Natur giebt, oder wie ſie im Handel vorkommen, unterſuchten; ſo zum Beiſpiel Muſſchenbroek gewöhnlichen gebrannten Kalk, der aber neben der Kalkerde noch andere Stoffe enthält, und vielleicht, nach dem Antheile von Feuchtigkeit, den er in ſich gezogen hat, einer eben ſo groſsen Verſchiedenheit im ſpecifiſchen Gewichte unterworfen iſt, als der dichte Kalkſtein, deſſen ſpecifiſche Schwere nach Kirwan von 1,3864 bis 2,72 variirt. In der zweiten Ausgabe von Kirwan's Mineralogie finde ich das ſpecifiſche Gewicht der reinen einfachen Erden nirgends beſtimmt, überall nur ſpecifiſche Gewichte von Mineralien, wie ſie die Natur giebt.

d. H.

V.

BEMERKUNGEN

über

das eigenthümliche Geſetz, wonach erkaltendes Waſſer nahe beim Froſtpunkte ſeine Dichtigkeit ändert, und über die auffallenden Wirkungen dieſes Geſetzes in der Oekonomie der Natur, ſammt Vermuthungen über die Endurſache der Salzigkeit des Meers,

vom

Herrn Grafen RUMFORD
in London. *)

1. Alle Körper ſind einer immer zunehmenden Verdichtung durch die Kälte unterworfen; *nur das Waſſer macht hiervon eine Ausnahme.* — 2. Wunderbare Wirkungen, die in der Natur aus dem beſondern Geſetze entſpringen, wonach ſich das Waſſer verdichtet. — 3. Dieſes Geſetz findet man nicht bei der Verdichtung des Salzwaſſers. — Endurſache der Salzigkeit der See. Der Ocean iſt wahrſcheinlich vom Schöpfer beſtimmt, die Wärme auf eine mehr gleichförmige Art in der Luft zu vertheilen. Dieſer Abſicht entſpräche er nicht, wäre ſein Waſſer ſüſs. — 4. Endurſache der Süſsigkeit der ſtehenden Gewäſſer und der ins feſte Land eintretenden Seen in den Ländern unter höhern Breiten.

*) Das dritte Kapitel ſeines *Eſſay VII über die Fortpflanzung der Würme in Flüſſigkeiten* u. ſ. w., und in ſo fern Fortſetzung von Stück III, Nr. V.

Digitized by Google

1.

Die unmittelbare Urſache der Bewegung, die beim Wechſel der Temperatur in flüſſigen Körpern entſteht, liegt, wie wir geſehen haben, in der Veränderung des ſpecifiſchen Gewichts der einzelnen Theilchen, welche entweder wärmer oder kälter als die übrige Maſſe werden. Da nun bei einem gegebenen Wechſel der Temperatur, in einigen Flüſſigkeiten das ſpecifiſche Gewicht ſich mehr als in andern verändert; ſo muſs ſchon dieſer Umſtand, (unabhängig von ihrer mehr oder minder vollkommenen Fluidität,) in der leitenden Kraft der flüſſigen Körper einen merklichen Unterſchied bewirken. Je mehr eine Flüſſigkeit bei einem gegebenen Wechſel der Temperatur ausgedehnt wird, deſto ſchneller müſſen die zuerſt erwärmten Theile darin aufſteigen; und da ſogleich wieder kältere Theile in ihre Stellen treten, die eben ſo erwärmt werden, ſo theilt ein heiſser Körper ſeine Wärme derſelben natürlich ſehr ſchnell mit. Aendert ſich dagegen bei einem gegebenen Wechſel der Temperatur das ſpecifiſche Gewicht einer Flüſſigkeit nur wenig, ſo iſt die innere Bewegung derſelben nur geringe, und die Wärme theilt ſich ihr nur langſam mit.

Obgleich die Ausdehnung des Waſſers durch die Wärme in einer, die Blutwärme überſteigen-

Digitized by Google

den Temperatur ſehr beträchtlich iſt; ſo hört ſie doch in der Nähe des Gefrierpunkts faſt ganz auf. Und was, als eine Ausnahme von einem der allgemeinſten Naturgeſetze, noch ſonderbarer iſt: wenn das Waſſer bis zum achten oder neunten Fahrenheitiſchen Grade über dem natürlichen Gefrierpunkte erkaltet iſt, ſo wird es, ſtatt bei fernerer Abnahme der Wärme verdichtet zu werden, alsdann wirklich ausgedehnt, und fährt fort, ſich auszudehnen, je kälter es wird.

Theilt man die ganze Verdichtung einer gegebenen Quantität kochenden Waſſers, das bis zum Gefrierpunkte erkaltet, in eine gegebene Anzahl gleicher Theile, z. B. in 80; ſo werden die Grade der Verdichtung, die gleichen Abnahmen der Temperatur entſprechen, in den verſchiedenen Temperaturen, ſehr verſchieden ſeyn. Nämlich für Zwiſchenräume von $22\frac{1}{2}$ Grad nach Fahrenheit, (d. h., $\frac{1}{8}$ der ganzen Scale vom Siede- bis zum Gefrierpunkte,) beträgt dieſe Verdichtung

von	212°	bis	$189\frac{1}{2}$°	ſolcher Theile		18 —
von	$189\frac{1}{2}$°	bis	167°	—	—	16 . 2
von	167°	bis	$144\frac{1}{2}$°	—	—	13 . 8
von	$144\frac{1}{2}$°	bis	122°	—	—	11 . 5
von	122°	bis	$99\frac{1}{2}$°	—	—	9 . 3
von	$99\frac{1}{2}$°	bis	77°	—	—	7 . 1
von	77°	bis	$54\frac{1}{2}$°	—	—	3 . 9
von	$54\frac{1}{2}$°	bis	32°	—	—	0 . 2

Digitized by Google

Woraus erhellet, daſs in der Siedhitze die Verdichtung des Waſſers, oder die Vermehrung ſeiner ſpecifiſchen Schwere, während es $22\frac{1}{2}°$ erkaltet wird, $\frac{18}{0,2}$, das iſt, 90 Mahl gröſser iſt, als in der Temperatur von $54\frac{1}{2}°$, oder $22\frac{1}{2}°$ über dem Gefrierpunkte.

Es iſt wahr, alle Flüſſigkeiten werden im Erkalten, bei einem gegebenen Wechſel der Temperatur, mehr verdichtet, wenn ſie ſehr heiſs, als wenn ſie kalt ſind; aber dieſe Unterſchiede ſind im Vergleiche mit denen, die wir im Waſſer bemerken, ganz unbedeutend. Nach den Verſuchen des Herrn de Luc verhält ſich die Verdichtung beim Erkalten von 212° bis $189\frac{1}{2}°$, zu der beim Erkalten von $54\frac{1}{2}°$ bis 32°, nach Fahrenheit

in Olivenöhl	—	—	wie 1,14 zu 1
in ſtarkem Weingeiſte,	—		wie 1,29 zu 1
in Waſſer, geſättigt mit Seeſalz,			wie 1,38 zu 1
in reinem Waſſer,	—		wie 90 zu 1

Der Unterſchied zwiſchen dem Geſetze der Verdichtung des reinen Waſſers und deſſelben Fluidi, wenn es eine Quantität Salz aufgelöſet hat, iſt auffallend. Spüren wir aber den Wirkungen nach, die dieſe Vorkehrung auf der Erde hervorbringt, ſo werden wir uns in Verwunderung und Erſtaunen verlieren.

Digitized by Google

2.

Beim Wechſel der Jahreszeiten, der auf der bewundernswürdig einfachen Vorrichtung beruht, daſs die Erdachſe gegen die Sonnenbahn geneigt iſt, würde, wie ich nachher zeigen werde, dieſe bloſs mechaniſche Veranſtaltung nicht hinreichen, die wirklich exiſtirende und für die Erhaltung des thieriſchen und vegetabiliſchen Lebens ſehr unentbehrliche, ſtufenweiſe Veränderung der Temperatur, in den verſchiedenen Klimaten zu bewirken, und dieſe innerhalb beſtimmter Grenzen zu erhalten.

Bei der ſo groſsen Ungleichheit der Tage in Ländern, die nach den Polen zu liegen, war, (ſollten anders dieſe Gegenden bewohnbar werden und eine Vegetation erhalten,) eine beſondere Einrichtung nöthig, um eine gleiche Vertheilung der Wärme zu bewirken und die Extreme in den beiden entgegengeſetzten Jahreszeiten zu mildern. Wir wollen ſehen, in wie fern das *Waſſer* und das bei ſeiner Verdichtung durch die Kälte obwaltende, merkwürdige Geſetz hierzu mitwirken.

Der weite Umfang des Oceans, ſeine groſse Tiefe, und noch mehr, ſeine unzähligen Ströme, und die Fähigkeit des Waſſers, eine ſehr beträchtliche Menge von Wärme in ſich aufzunehmen,

Digitized by Google

machen das Meer vorzüglich geſchickt, die Wärme auf eine gleichförmigere Weiſe zu vertheilen.

So bald die Sonne, nach Erreichung ihrer gröſsten Höhe, ihre Rückkehr beginnt, ſtürmen aus den Regionen des ewigen Froſtes die kalten Winde herein, die beſtändig gegen den Aequator hinſtreben. Denn zugleich mit der Länge der Tage nimmt in den höhern Breiten die Kraft der Sonne ſehr ſchnell ab, die Oberfläche der Erde und die Luft zu erwärmen, ſo daſs die Spannkraft der Luft dort bald zu ſchwach wird, um die dichtere Luft, die von den Polen her drückt, zurückzuhalten. Die Kälte ſtellt ſich mithin dort plötzlich ein. Doch werden die ſchnellen Fortſchritte des Winters anfangs dadurch gehemmt, daſs die Erde, und noch mehr das Waſſer, die Wärme, die ſie während der langen Sommertage verſchluckt haben, der kalten Luft mittheilen, ſie erwärmen, und dadurch die Gewalt, mit der die Luft andringt, und ihre ſchneidende Kälte vermindern.

Iſt die aufgeſammelte Wärme des Sommers erſchöpft, ſo nehmen alle feſte und flüſſige Körper die Temperatur des gefrierenden Waſſers an, und in dieſem Zuſtande wächſt die Kälte der Atmoſphäre ſehr ſchnell. Doch würde ſie noch höher ſteigen, wenn nicht eine ſo groſse Menge

Digitized by Google

von Wärme in die Luft überginge, indem ſich die wäſsrigen Dünſte verdichten und frieren, um als Schnee herabzufallen, und noch mehr, indem ſich das Waſſer in Flüſſen, Seen und im Erdboden in Eis verwandelt. In ſehr kalten Gegenden frieren Boden, Seen und Flüſſe häufig ſchon im Anfange des Winters zu, und werden mit Schnee bedeckt. Die Kälte wird dann ſogleich ſehr heftig, und nun ſcheint keine Quelle der Wärme übrig zu ſeyn, die ſie in einem merklichen Grade zu mildern vermöchte.

Wäre hierbei die Vorſehung nicht auf eine bewundernswürdige Weiſe ins Mittel getreten; wäre, ſo zu ſagen, alles ſeinem natürlichen Laufe überlaſſen worden; und befolgte nicht die Verdichtung des Waſſers beim Erkalten das wunderbare Geſetz, welches wir in keiner andern Flüſſigkeit, ſelbſt nicht im Salzwaſſer, wiederfinden: ſo hätte innerhalb der Polarkreiſe, ganz unvermeidlich in einem einzigen Winter, alles ſüſse Waſſer zu einer ſehr groſsen Tiefe gefrieren und Pflanzen und Bäume hätten verderben müſſen. Ja, es iſt mehr als wahrſcheinlich, daſs die Gegenden des ewigen Froſtes, rings um die Pole herum, ſich würden erweitert, und ihre todte grauſenvolle Herrſchaft über einen groſsen Theil der fruchtbarſten

barſten und jetzt am ſtärkſten bewohnten Länder der Erde verbreitet haben.

Das Mittel iſt ſehr einfach, wodurch die Erde gegen dieſe Verheerung geſchützt wird. Da alle lebende Weſen ohne liquides, flieſsendes Waſſer nicht ihre Nahrung erhalten, noch leben können; ſo war es nothwendig, eine groſse Quantität deſſelben, ſowohl im Winter als Sommer, in dieſem Zuſtande zu erhalten. Es muſste daher eine Einrichtung getroffen werden, die gänzliche Verwandlung deſſelben in Eis zu verhindern, die ſonſt in den kalten Klimaten, wo mehrere Monate hindurch die Temperatur unter dem Gefrierpunkte iſt, unvermeidlich erfolgt wäre und alles Leben vernichtet hätte. Und dieſe Einrichtung, um ſo viel Waſſer, als die Erhaltung des thieriſchen und vegetabiliſchen Lebens erfordert, im liquiden Zuſtande zu erhalten, beruht auf einem Mittel, wodurch es verhindert wird, ſeine Wärme der kältern Atmoſphäre mitzutheilen.

Dieſe Mittheilung der Wärme geſchieht, wie ich bewieſen habe, allein durch die innerliche Bewegung im Waſſer: je heftiger dieſe iſt, deſto ſchneller geht ſie vor ſich, und dieſe Bewegung richtet ſich wieder nach der Gröſse der Veränderung, welche ein gegebener Wechſel der Temperatur in der ſpecifiſchen Schwere des Fluidi

Digitized by Google

bewirkt. Sie ist daher bei Temperaturen unterhalb der mittlern Temperatur der Luft nur sehr geringe, und vollends unbedeutend, wenn die Temperatur des Wassers sich dem Gefrierpunkte nähert, weshalb das Wasser im Gefrieren sich nur sehr langsam von seiner Wärme trennt.

Aber ausser diesem ist noch ein anderer in seinen Folgen bewundernswürdiger Umstand zu bemerken. Wenn das Wasser bis zum achten oder neunten Grade über dem Gefrierpunkte erkaltet, so hört es nicht allein auf, ferner verdichtet zu werden, sondern es dehnt sich im Gegentheile bei der fernern Abnahme seiner Wärme aus, und zwar nicht bloss so lange es noch liquid bleibt, sondern selbst indem es in Eis verwandelt wird; weshalb auch das Eis in dem nicht gefrornen Fluido schwimmt. Und diese sonderbare Einrichtung ist es vornehmlich, welche das Gefrieren des Wassers, das der kältern Atmosphäre ausgesetzt ist, verzögert.

Es ist bekannt, dass keine Mittheilung der Wärme zwischen zwei Körpern statt findet, so lange sie beide eine gleiche Temperatur haben und keine chemische Vereinigung eingehen, und dass die Strebsamkeit der Wärme, aus einem warmen Körper in einen kalten, mit dem er in Berührung ist, überzugehen, sich nach der grö-

Digitized by Google

ſsern oder geringern Verſchiedenheit ihrer Temperaturen richtet.

Angenommen nun, daſs eine Maſſe ſehr kalter Luft auf der ſtillen Oberfläche eines groſsen Sees ruhe, deſſen ſüſses Waſſer die Temperatur von 55° nach Fahrenheit habe. Während die oberſten Waſſertheilchen ihre Wärme der kalten, ſie berührenden Luft zum Theil abtreten, und mithin ſpecifiſch ſchwerer werden, als die wärmern Theilchen, über welchen ſie ſtehen; ſo müſſen ſie natürlich ſinken. Statt ihrer ſteigen die wärmern zur Oberfläche herauf, ſetzen dort gleichfalls einen Theil ihrer Wärme ab, und ſinken darauf ebenfalls; und auf dieſe Weiſe bleibt die ganze Maſſe des Waſſers in Bewegung, ſo lange der Prozeſs des Erkaltens währt. Warum aber die Waſſertheilchen an der Oberfläche, wo die ſehr kalte Luft ſie beſtreicht, nicht gleich ſo erkalten, daſs ſie unmittelbar zu Eis werden, da doch keine Mittheilung der Wärme zwiſchen ihnen und den übrigen Waſſertheilchen ſtatt findet; das liegt hauptſächlich an zwei Urſachen, welche der Bildung des Eiſes an der Oberfläche entgegen ſtehen. — Erſtlich wird die ſpecifiſche Schwere des Waſſers an der Oberfläche, in dem Augenblicke, da es ſich von ſeiner Wärme ſcheidet, vermehrt, und es ſenkt ſich nieder, ehe die

Digitized by Google

Luft Zeit hat, es aller ſeiner Wärme zu berauben. — Zweitens iſt die Luft ein zu ſchlechter Leiter der Wärme, um dieſe mit der Geſchwindigkeit aufzunehmen und fortzupflanzen, die erforderlich wäre, ſollte dadurch die Oberfläche des Waſſers ſo plötzlich abgekühlt werden, daſs die innere Bewegung der Theilchen des Liquidi ins Stocken geriethe.

Erſt wenn das ganze Waſſer beim Erkalten die Temperatur von ungefähr 40° erreicht hat, hören die Theilchen an der Oberfläche auf, ferner verdichtet zu werden, indem ſie ihre Wärme fahren laſſen, und mithin auch die innere Bewegung des Waſſers. Sie bleiben oben, und nun erkalten ſie ſehr bald bis zum Gefrieren, da ſich denn ihre gebundene Wärme entbindet und das Eis ſich zu bilden beginnt. Iſt die Oberfläche mit Eis überzogen, ſo wird, da das Eis ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter iſt, dadurch der Uebergang der Wärme aus dem Waſſer in die Luft ſehr erſchwert, und die Eisdecke ſelbſt dient dem Waſſer zu einer ſehr warmen Bekleidung, die es zugleich gegen die Beunruhigung durch den Wind ſchützt. Da ferner das Eis an ſeiner untern Fläche beinahe dieſelbe Temperatur hat, als das beruhrende Waſſer, (denn die wärmern Waſſertheilchen nehmen, zufolge ihrer gröſsern ſpe-

cifiſchen Schwere, mehr unterwärts ihren Platz,) ſo iſt auch deshalb die Mittheilung der Wärme zwiſchen dem Waſſer und dem Eiſe ſehr unbedeutend. Wird nun vollends die Oberfläche des Eiſes mit Schnee bedeckt, ſo kommt noch ein neues und ſehr wirkſames Mittel hinzu, welches das Verfliegen der Wärme aus dem Waſſer verhindert; ſo daſs, wenn auch die intenſivſte Kälte in der Atmoſphäre herrſcht, doch die Dicke des Eiſes nur in einem ſehr geringen Grade zunehmen wird.

Dabei verliert die ungefrorne Waſſermaſſe keinen Theil ihrer Wärme; im Gegentheile erhält ſie beſtändig neue aus dem Erdboden. Dieſe, während des Sommers in der Erde aufgeſammelte Wärme erſetzt einigermaſsen diejenige, die durch das Eis in die Atmoſphäre übergeht, und macht dadurch, daſs dem mit dem Eiſe in Berührung ſtehenden Waſſer die gebundene Wärme nur ſchwer entriſſen wird. Iſt die Temperatur der Luft nicht viel unter dem Gefrierpunkte, ſo reicht dieſer Ausfluſs der Wärme aus dem Boden völlig hin, die Wärme zu erſetzen, welche die Luft mit ſich fortführt, und die Dicke des Eiſes nimmt daher dann nicht zu. Ja, das Eis wird durch ſie gar an ſeiner untern Fläche geſchmolzen, und vermindert ſich, wenn die Luft nicht

Digitized by Google

kälter als gefrierendes Waſſer iſt. Dieſes ereignet ſich auch wohl, wenn das Eis ſehr dick iſt, und beſonders wenn tiefer Schnee darauf liegt, ſelbſt dann, wenn die Temperatur der Atmoſphäre beträchtlich unter dem Gefrierpunkte iſt.

Wenn die untern Theilchen des Waſſers vom Erdboden bis über 40° erwärmt werden, ſo dehnen ſie ſich aus, werden ſpecifiſch leichter und ſteigen zu der Oberfläche des flüſſigen Waſſers hinauf. Hier treten ſie zwar ihre freie Wärme der untern Fläche des Eiſes ab, kehren deshalb aber doch nicht zu dem Boden des Waſſers zurück, da ſie ſich auch beim Erkalten unter 40° wieder ausdehnen; die aus der Erde ausdünſtende Wärme bringt daher nur eine ſehr geringe Bewegung in der Maſſe des Waſſers hervor, und dieſer Umſtand trägt gewiſs ſehr viel dazu bei, dem Waſſer ſeine Wärme zu erhalten.

Wird das Waſſer durch Stürme beunruhigt, ſo entſteht kein Eis, wenn auch gleich, bei langer Fortdauer der Kälte, die ganze Waſſermaſſe bis zu dem Grade erkaltet iſt, wo die innere Bewegung aufzuhören pflegt. Denn ob nun gleich die obern Theilchen beim fernern Erkalten nicht mehr herabzuſinken ſtreben und deshalb zum Gefrieren geneigt ſind; ſo beſitzen ſie doch noch 8 bis 10° freier Wärme, die ihnen entzogen werden muſs,

Digitized by Google

ehe die Eisbildung anfängt; und da die Störung des Waſſers durch den Wind kein Theilchen lange genug in Berührung mit der kalten Luft läſst, um ihr auf einmahl dieſe Wärme abtreten zu können, ſo kommt es nicht ſo bald zum Frieren. Da aber doch das Waſſer in dieſem Falle eine groſse Quantität Wärme verliert, und zwar bei dem Winde mehr, als in ſtiller Luft; ſo entſteht, ſo bald der Wind aufhört und die Kälte noch anhält, das Eis deſto ſchneller.

Kehrt der Frühling zurück, ſo ſchmilzt der Schnee von der Wärme der ſteigenden Sonne; und indeſs die aus der Erde ausdünſtende Wärme das Eis an der untern Fläche ſchmilzt, zergeht es auf der Oberfläche an den viel wirkſamern Strahlen der Sonne. Denn obgleich das Eis durchſcheinend iſt, ſo iſt es doch nicht vollkommen durchſichtig, und die Lichtmaterie muſs nothwendig da, wo ſie auf ihrem Durchgange durch daſſelbe aufgehalten oder verſchluckt wird, Wärme erzeugen.

Deshalb darf man ſich auch nicht wundern, daſs der den Sonnenſtrahlen ausgeſetzte Schnee ſelbſt dann ſchmilzt, wenn die Temperatur der Luft im Schatten beträchtlich unter dem Gefrierpunkte iſt; daſs der Schnee an der Sonne ſchon fortſchmilzt, ehe noch die glatte Oberfläche des

Eiſes merklich erweicht wird; und daſs er gewöhnlich ſchon ganz verſchwunden iſt, bevor die mit Eis bedeckten Flüſſe und Seen aufgehen. Die auf eine Schneelage fallenden Strahlen dringen, indem ſie oft gebrochen und zurückgeworfen werden, tief in ſie ein und ſetzen ihre Wärme hier ab, wo die kalte Luft der Atmoſphäre ſie nicht leicht an ſich reiſsen kann. Die Strahlen hingegen, welche auf eine glatte und horizontale Eisfläche fallen, prallen meiſt aufwärts in die Atmoſphäre zurück; und werden auch einige von der Oberfläche des Eiſes verſchluckt, ſo wird doch die hierdurch erzeugte Wärme augenblicklich wieder von der kalten Luft fortgeführt; und kaum iſt ein Waſſertheilchen fluid geworden, ſo gefriert es ſchon wieder. Man ſieht hieraus, daſs der Schnee, welcher in kalten Ländern die Eisdecke des ſuſsen Gewäſſers bedeckt, nicht allein hindert, daſs dem Waſſer im Winter die Wärme von der kalten Luft entzogen werde, ſondern daſs er auch im Frühlinge wirkſam zur frühern Aufthauung des Eiſes beiträgt.

Ganz anders würde ſich dieſes alles verhalten, wenn bei der Verdichtung des Waſſers durch Kälte daſſelbe Geſetz ſtatt fände, dem andere Flüſſigkeiten unterworfen ſind.

Digitized by Google

Da die innere Bewegung des Waſſers dann ſo lange fortdauern müſste, als die ſpecifiſche Schwere deſſelben durch den Austritt der Wärme ſich vermehrte; ſo entſtünde das Eis nicht eher, als bis die ganze Maſſe des Waſſers zu der Temperatur von 32° nach Fahrenheit gekommen wäre. Um ſich von der ungeheuern Quantität Wärme einen Begriff zu machen, die ein tiefes Waſſer, bei der Erkaltung ſeiner ganzen Maſſe bis zu dieſem Grade, verlieren müste, darf man nur berechnen, wie viel Eis eine ſolche Quantität Wärme ſchmelzen, oder wie viel gefrierenden Waſſers ſie bis zum Sieden erhitzen könnte.

Nach den bekannten Verſuchen gehört, um eine gewiſſe Quantität Eis zu ſchmelzen, ſo viel Wärme, als ein gleiches Gewicht von Waſſer verliert, indem es um 140 Grade erkaltet. Mithin würde durch jeden Grad Wärme, der aus einer Waſſermaſſe tritt, eine Eismaſſe, die $\frac{1}{140}$ ſo viel wiegt, geſchmolzen werden. Waſſer, das vom 40ſten bis zum 32ſten Grade erkaltet, verliert mithin eine Quantität Wärme, die eine $\frac{8}{140}$ oder $\frac{2}{35}$ ſo ſchwere Eismaſſe ſchmelzen könnte. Aus einem 35 Fuſs tiefen Waſſer entwickelt ſich daher bei dieſem Erkalten eine Wärme, die eine Eislage von 2 Fuſs Dicke ſchmelzen könnte.

Digitized by Google

Dies ist aber noch nicht alles; denn da die erkalteten, folglich specifisch schwerer gewordenen Wassertheilchen von der Oberfläche des Wassers unmittelbar auf seinen Grund sinken müssen, so würde der gröfste Theil der im Sommer dort aufgehäuften Wärme ihnen mitgetheilt werden und verloren gehen, ehe das Wasser zu frieren anfinge. Hätte sich dann einmahl das Eis gebildet, so würde seine Dicke sehr schnell, und so lange der Winter dauerte, zunehmen. Wahrscheinlich würde dann das Wasser grofser Seen, in unserm gemäfsigten Klima, bei einem strengen Winter, zu einer solchen Tiefe zufrieren, dafs die Wärme des folgenden Sommers es nicht wieder aufzuthauen vermöchte. Und ereignete sich dies erst ein Mahl, so würde gewifs der folgende Winter die ganze Wassermasse in einen festen Eiskörper verwandeln, der in alle Ewigkeit seine liquide Form nicht wieder erhalten könnte. Herr von Saussüre fand im Februar, nach einem Monat langen Froste, bei der Luft-Temperatur von 38°, das Wasser des Genfer Sees an der Oberfläche von 41°, und in einer Tiefe von 1000 Fufs von 40° Wärme. Hätte der Frost noch etwas weniges länger angehalten, so hätte sich das Eis gebildet. Erforderte aber die Natur des Wassers, dafs die ganze Masse des Fluidi in

Digitized by Google

dieſem See erſt bis zum 32ſten Grade hätte erkalten müſſen, ehe es zur Erzeugung des Eiſes fähig geworden wäre; ſo würde die Eisbildung nur dann erfolgt ſeyn, wenn das Waſſer ſo viel Wärme verloren hätte, als zur Schmelzung einer über 57 Fuſs dicken Eisdecke hingereicht hätte. Und dieſe Quantität Wärme iſt groſs genug, um eine Maſſe eiskalten Waſſers, vom Umfange dieſes Sees und 49 Fuſs Tiefe, bis zum Sieden zu erhitzen.

Die Einfachheit der Einrichtung, durch die alle dieſe Wärme dem Waſſer erhalten wird, iſt nicht genug zu bewundern, ſo wenig als die wohlthätigen Folgen des einfachen Geſetzes, das bei der Verdichtung des Waſſers ſtatt findet.

3.

Noch war es nöthig, in den vom Aequator entfernten Gegenden die Kälte der Polar-Winde zu mäſsigen, um die Gewäſſer, den Erdboden und die Gewächſe gegen ihre zu groſse Kälte zu ſchützen; und dieſes geſchieht durch das Waſſer des Oceans, der nicht allein hierzu vorzüglich geſchickt, ſondern auch dazu beſonders beſtimmt zu ſeyn ſcheint.

Das Waſſer des Oceans enthält einen groſsen Antheil aufgelöſetes Salz, und wir haben geſehen, daſs die Verdichtung der Salzauflöſung, bei ih-

Digitized by Google

rem Erkalten, ſich nach einem ganz andern Geſetze, als die Verdichtung des reinen Waſſers richtet. Gerade dieſes macht das Meer vorzüglich geſchickt, der kalten über daſſelbe hinwehenden Luft Wärme mitzutheilen. Da das Seewaſſer im Erkalten fortfährt, ſich zu verdichten, ſelbſt noch jenſeits des Punktes, wo ſüſses Waſſer gefriert; ſo hört die innere Bewegung hier nicht, wie im reinen Waſſer, bei einer Temperatur von 40° auf. Die obern Theilchen ſinken nach dem Verluſte ihrer Wärme immerfort von der Oberfläche hinab, ſtatt ihrer ſteigen wieder wärmere herauf, und bei dieſem beſtändigen Zufluſſe der wärmern Theilchen nach der Oberfläche wird der Luft ohne Vergleich mehr Wärme, als von ſüſsem Waſſer bei derſelben Temperatur mitgetheilt, wie das die folgende Rechnung beweiſet.

Das Meerwaſſer und das friſche Waſſer mögen beide eine Temperatur von 40° haben, und wir wollen annehmen, ſie hätten auch denſelben Gefrierpunkt bei 32°, (ob dieſer gleich beim Meerwaſſer tiefer liegt und die Luft über dem Meere daher länger gewärmt wird;) auch finde die Mittheilung der Wärme nicht weiter ſtatt, ſo bald eine Eisdecke gebildet iſt. Das ſüſse Waſſer hört in dieſer Temperatur auf, verdichtet zu wer-

Digitized by Google

den; die innere Bewegung ſtockt; und das Eis bildet ſich ſogleich an der Oberfläche: das Meerwaſſer dagegen verdichtet ſich immerfort, ſo lange es Wärme verliert; die innere Bewegung deſſelben hält an; und das Eis kann hier ſchlechterdings nicht eher entſtehen, als bis die ganze Maſſe des Waſſers bis zu 32° erkaltet iſt. Das Meerwaſſer tritt daher vor der Entſtehung des Eiſes zum wenigſten 8 Grad mehr Wärme, als das ſuſse Waſſer, der darüber ſtehenden Luft ab; eine auſserordentliche Quantität Wärme, die, unſrer vorigen Rechnung zufolge, hinreichen müſste, eine über das ganze Meer verbreitete Eisdecke zu ſchmelzen, deren Dicke $\frac{3}{35}$ſtel der Seetiefe betrüge. In der Nordſee, unter 67° Breite, wo Lord Mulgrave das Meer 4680 Fuſs tief fand, würde dieſe Eisdecke 265 Fuſs dick ſeyn. Ein Grad Wärme, der aus dem Waſſer in die Luft übergeht, vermag aber eine Luftſchicht, die 44 Mahl ſo hoch, als das Waſſer tief iſt, 10 Grad zu erwärmen. Bei der Bildung des Eiſes entwickelt ſich vollends ſo viel Wärme, daſs eine darüber gebildete Luftſchicht 2220 Mahl ſo dick als das gebildete Eis, (die alſo im letztern Beiſpiele 265. 2220 Fuſs, oder 180 Meilen hoch wäre,) dadurch in ihrer Temperatur um 28°, oder vom Froſtpunkte bis 50° nach Fahrenheit erhöhet

Aber wenn das Meerwaſſer, das nach dem Verluſte eines groſsen Theils ſeiner Wärme hinabſinkt, da, wo dieſes geſchieht, nicht wieder erwärmt werden kann; ſo muſs es, weil ſeine ſpecifiſche Schwere gröſser, als die des Waſſers in derſelben Tiefe unter wärmern Breiten iſt, augenblicklich anfangen, ſich auf dem Grunde des Meeres nach dieſer Gegend hin auszubreiten, und folglich gegen den Aequator hinzufliefsen; und dieſes muſs nothwendig einen Strom von entgegengeſetzter Richtung auf der Oberfläche hervorbringen. Von dem Daſeyn dieſer beiden Ströme giebt es unwiderlegbare Beweiſe; auch wird die Exiſtenz des einen ſchon durch die des andern dargethan.

Das, was man im atlantiſchen Meere den Strom des Meerbuſens von Mexiko, (*Gulph-ſtream,*) nennt, iſt nichts anderes, als einer dieſer Ströme; nämlich

muſste,' dort aber ſich nicht ſo, wie in der Erde, gleichmäſsig vertheilt erhalten konnte, da denn die Nordländer erkalteten und ihre ſüdliche Vegetation gröſstentheils zerſtört wurde; eine Erklärung, die durch das gänzliche Unhaltbare der bisherigen Hypotheſen, (deren vorzüglichſte, aus der Veränderung der Lage der Ekliptik, la Place hinlänglich widerlegt hat,) noch mehr gehoben wird.

nämlich der Strom der Oberfläche, der vom Aequator gegen den Nordpol fliefst, und auf deſſen Richtung die Muſſons und die Geſtalt des feſten Landes von Nord-Amerika Einfluſs haben. Den Lauf des untern entgegengeſetzten Stroms beweiſet unmittelbar die Kälte, die man in groſsen Meerestiefen in den heiſsen Gegenden findet, die um vieles niedriger, als die mittlere jährliche Temperatur der Erde in dieſen Gegenden iſt, und deshalb aus den kältern Regionen herkommen muſs. Herr Kirwan hat, in ſeiner vortrefflichen Abhandlung über die Temperatur der verſchiedenen Breiten, die mittlere Temperatur der Breite von 67° auf 39° angegeben. Lord Mulgrave fand aber den 20ſten Junius bei der Temperatur der Luft von 48½°, die Temperatur der See, in einer Tiefe von 4680 Fuſs, 6 Grad unter dem Gefrierpunkte, oder 26° nach Fahrenheits Thermometer. — Den 31ſten Auguſt war in der Breite von 69°, wo die mittlere Temperatur ungefähr 38° zu ſeyn pflegt, die Temperatur der See, in einer Tiefe von 4038 Fuſs, 32°, während die Temperatur der Atmoſphäre, (und wahrſcheinlich auch die des Waſſers auf der Seeoberfläche,) 59½° betrug.

Einen noch auffallendern Beweis für das Daſeyn der kalten Ströme, die auf dem Boden des

Meeres von den Polen gegen den Aequator zu flieſsen, giebt der ſehr bemerkbare Unterſchied, der ſich in der Gegend der Wendekreiſe zwiſchen den Temperaturen der See an der Oberfläche und in einer groſsen Tiefe findet. Denn obgleich die Temperatur der Atmoſphäre daſelbſt ſo beſtändig iſt, daſs die gröſsten, durch die Jahreszeiten hervorgebrachten Veränderungen ſich ſelten über 5 oder 6 Grad belaufen; ſo findet ſich doch zwiſchen der Wärme des Waſſers auf der Oberfläche der See, und in einer Tiefe von 3600 Fuſs, ein Unterſchied von 31 Graden, indem gewöhnlich die Temperatur auf der Oberfläche 84°, und in der erwähnten Tiefe 53° iſt. *) Dieſe Kälte in der Meerestiefe der heiſsen Zone ſcheint ſich auf keine andere Art, als aus den kalten Strömen, die von den Polar-Gegenden hinabdringen, erklären zu laſſen. Und die Nützlichkeit dieſer Ströme zur Milderung der auſserordentlichen Hitze dieſer Gegenden ſpringt daher in die Augen.

Da ſie durch die Verſchiedenheit in der ſpecifiſchen Schwere des Seewaſſers bei verſchiedenen Temperaturen bewirkt werden, ſo müſſen ſie eine deſto gröſsere Geſchwindigkeit annehmen, je

*) *Philoſophical Transactions for* 1792.

Digitized by Google

mehr die ſpecifiſche Schwere der Theilchen durch dieſelben verändert wird. Es läſst ſich daher leicht abnehmen, wie viel gröſser ſie im ſalzigen als im ſuſsen Waſſer ſeyn muſs, und wie viel wirkſamer dieſe Abkühlung durch das Meer als durch ſüſses Waſſer erreicht wird.

4.

Es iſt merkwürdig, daſs das Waſſer aller groſsen Landſeen, und in den kalten Klimaten ſelbſt das Waſſer der meiſten inländiſchen Meere, die, (gleich dem baltiſchen,) nur durch enge Kanäle mit dem Ocean zuſammenhängen, *ſüſs iſt.* Die Folgen, welche aus der entgegengeſetzten Einrichtung entſtehen würden, können uns leicht überführen, daſs dieſes nicht ohne Zweck iſt. Zwar würden dieſe weit in das feſte Land tretenden Seen, der kalten Klimate, wenn ſie eben ſo ſalzig als das Meer wären, die Winde, die zu Anfang des Winters über ſie fortwehen, ſtärker erwärmen, und die Temperatur der Luft, an der den Winden entgegengeſetzten Seite des Sees, mehr mildern, als bei ſüſsen Gewäſſern geſchieht: da aber dann das Waſſer eine unermeſsliche Quantität Wärme von ſich geben müſste, ehe es an ſeiner Oberfläche gefröre, ſo würde es bei der Rückkehr der warmen Jahreszeit ſo erkaltet

Digitized by Google

seyn, dass der Frühling, vielleicht auch ein Theil des Sommers, darüber hingehen könnte, ehe es durch die Sonne die verlorne Wärme wieder erhielte. Durch die Kälte dieser Gewässer müsste auch die Temperatur der Atmosphäre erniedrigt, und dadurch die Vegetation der umliegenden Gegend, in einer beträchtlichen Entfernung, ins Stocken gebracht werden. Sollte daher auch im Winter die Luft, an der Seite des Sees, die den Winden entgegengesetzt ist, etwas gemildert werden, (welches jedoch immer nur in einer sehr kleinen Ausdehnung der Fall seyn könnte;) so würde doch dieser Vortheil auf keine Weise den schädlichen Wirkungen das Gegengewicht halten, die aus einer so grossen, kalten Wassermasse, im Sommer, entspringen müsten.

Wenn dagegen jetzt, da diese Gewässer süss sind, der Winter einmahl recht eingetreten, Flüsse und Seen zugefroren sind, und alles mit Schnee bedeckt ist; so können einige Grade von Kälte mehr, keine dauernden, schlimmen Folgen hervorbringen. Haben sie ja einigen Einfluss auf den künftigen Sommer, so machen sie ihn eher wärmer, als kälter. Seen mit Salzwasser würden also in kalten Gegenden, im Winter von keinem reellen Nutzen, aber von sehr grossem Schaden

Digitized by Google

für den Sommer seyn: da hingegen süsse Seen, die zu Anfang des Winters schon zufrieren und den gröfsten Theil ihrer Wärme den Winter hindurch behalten, in dieser Jahreszeit zwar wenig oder gar nichts nutzen, für den Sommer aber auch von keinem schädlichen Einflusse sind.

Digitized by Google

VI.

EINWÜRFE,

welche

der Herr Professor DE LUC

der Theorie des Grafen RUMFORD *über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten entgegenstellt, mit Bemerkungen des Herausgebers.**)

1.

Nach der Theorie des Grafen Rumford soll zwar jedes Theilchen einer Flüssigkeit, *einzeln*, (*individually*,) von andern Körpern Wärme annehmen und sie ihnen mittheilen können, aber

*) Der Aufsatz, in welchem Herr de Luc diese Einwürfe vorträgt, steht in VON CRELLS *chemischen Annalen*, J. 1798, B. I, S. 288 u. 368. Die Unparteilichkeit fordert es, die Bemerkungen eines so vorzüglichen Naturforschers gegen die Hypothese des Grafen Rumford nicht unerwähnt zu lassen, sollten sie sich gleich genugthuend beantworten lassen. Schade, dass Herr de Luc, als er dieses schrieb, blos den ersten Theil des siebenten *Essay's* kannte, und dass seine Einwürfe sich blos auf diesen, nicht auch auf den zweiten Theil, den ich im folgenden Hefte mittheilen werde, beziehen. *d. H.*

Digitized by Google

zwiſchen dieſen Theilchen ſelbſt ſoll *kein Uebergang* und *keine Mittheilung* der Wärme möglich ſeyn. Dieſe Behauptung kann aber mit keiner der bekannten Theorien über die Wärme beſtehen.

Nimmt man einen *Wärmeſtoff* als Urſache der Wärme an, ſo muſs man ſich die einzelnen Theilchen, (Mollekulen,) einer Flüſſigkeit entweder als *einfach*, d. i. als wahre Elemente, oder als aus einfachen, chemiſch verwandten Elementen *zuſammengeſetzt* denken. Im erſten Falle können ſie von der wärmeerzeugenden Flüſſigkeit nicht durchdrungen werden;*) im letztern würde ihre chemiſche Vereinigung vom durchdringenden Wärmeſtoffe getrennt, und folglich die Natur der Flüſſigkeit verändert werden, wie man das in mehrern Fällen beobachtet hat.**) Die Mollekulen ſelbſt können daher nicht erwärmt und ausgedehnt werden; und unſre Begriffe von Wärme paſſen nur auf ein Aggregat derſelben, nicht auf ſie ein-

*) Herr de Luc iſt, wie ſein Landsmann le Sage, ein Freund der mechaniſchen und atomiſtiſchen Vorſtellungsarten in der Phyſik. Daher dieſe Behauptung, welche ein Phyſiker, der die dynamiſche Naturanſicht vorzieht, ihm ſchwerlich zugeſtehen wird. *d. H.*

**) Das braucht aber deshalb nicht immer zu geſchehen. *d. H.*

Digitized by Google

zeln. Indem der Wärmeſtoff ſich zwiſchen ihnen mit groſser Heftigkeit bewegt, treibt er ſie aus einander, und dieſe Ausdehnung des Körpers geſchieht, ohne daſs der Wärmeſtoff ſich chemiſch mit dem Körper vereinigte. Iſt das, ſo hört er vielmehr auf, ſich als freie Wärme zu äuſsern. Die Dichtigkeit deſſelben in dieſem freien Zuſtande beſtimmt die Temperatur oder den Wärmegrad jedes Körpers, der aber auch von der Natur des Körpers abhängt. Jede Subſtanz, feſte, flüſſige oder luftförmige, iſt für den ſo feinen Wärmeſtoff durchdringbar, *) und ſo kann es unter ihnen keinen Nichtleiter der Wärme geben.

Daſſelbe folgt aus der Theorie, welche die Urſache der Wärme in die *Schwingungen* der Mollekulen eines Körpers ſetzt. Indem dieſe ſchwingen, dehnen ſie ſich nicht einzeln aus, ſondern treiben ſich nur gegenſeitig aus einander, wodurch nur eine Maſſe von Mollekulen, nach Verhältniſs der Stärke, womit ſie ſchwingen, ſich in einen gröſsern Raum auszubreiten gezwungen wird. Warum ſollten ſich überdies die Schwingungen nicht eben ſowohl unter den Theilen einer Flüſſigkeit, als zwiſchen feſten und flüſſigen Theil-

*) Das iſt es gerade, was zu beweiſen wäre. *d. H.*

Digitized by Google

chen fortpflanzen? das zu läugnen, dazu berechtigt uns nichts in dieſer Theorie.

2. Aus dem Hauptverſuche des Grafen mit dem St. 2, S. 218 beſchriebenen Inſtrumente, in welchem, bei Annäherung an einen wärmern oder kältern Körper, ſogleich zwei entgegengeſetzte Ströme entſtanden, folgt für die Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten gerade das *Gegentheil* von der Hypotheſe, welche Graf Rumford darauf gründet. Denn der heraufſteigende und herabgehende Strom, die in der mit Bernſteinſtückchen vermiſchten Salzauflöſung ſich *ſogleich* zeigten, wenn ein warmer Körper dem Inſtrumente *plötzlich* genähert wurde, hatten doch ſicher eine meſsbare Dicke. Da ſie nun durch Ausdehnung der Flüſſigkeit entſtanden; ſo muſste dieſe bis in eine meſsbare Tiefe augenblicklich bei Annäherung eines warmen Körpers ausgedehnt, *alſo von der Wärme ſelbſt, bis zu dieſer Tiefe, augenblicklich durchdrungen werden.* Der Grund, warum in einer Flüſſigkeit dieſe Durchdringung nicht wie beim feſten Körper in derſelben Richtung weiter geht, iſt der Strom ſelbſt, der im Augenblicke entſteht, als die Waſſertheilchen an den Seiten des Glaſes, beim Durchlaſſen der Wärme, ausgedehnt, und folglich ſpecifiſch leichter werden. Dieſe ſteigen daher in die Höhe, ehe ſie ihr Ue-

Digitized by Google

bermafs von Wärme den zur Seite liegenden Theilchen mittheilen konnten. *)

3. Da die Theile eines kalten Körpers von einem warmen Körper, in dem Grade, als fie erwärmt werden, in derfelben Zeit immer weniger Wärme annehmen können, (daher man eine Ei-

*) Diefer Einwurf ift unftreitig von allen der ftärkfte; doch läfst fich, wenn ich nicht irre, die Rumfordfche Hypothefe folgendermafsen dagegen vertheidigen. Gefetzt, man denke fich, (der leichtern Vorftellung, oder der Conftruction halber,) die Flüffigkeit als aus kleinften Theilchen beftehend, in welche die Wärme eines zur Seite liegenden fremden Körpers übergehe; fo bekommen diefe Theilchen vom ausftrömenden Wärmeftoffe, der fich nach allen Seiten zu expandirt, einen Impuls nach der Seite. Die Verminderung des fpecififchen Gewichts treibt das Theilchen zugleich fenkrecht aufwärts. Beide Kräfte zugleich treiben es alfo nach einer mittlern Richtung in die Flüffigkeit hinein; und da das mit allen Theilchen der Fall ift, fo mufs deshalb der aufftei gende Strom, (und fo auch der hinabfteigende,) eine merkbare Dicke haben, oder fich bis auf eine gewiffe Tiefe in die Flüffigkeit hinein erftrecken. Diefe Tiefe hängt von dem Verhältniffe der beiden Kräfte ab, die jedes Partikelchen treiben; wird alfo gröfser feyn, wenn die Wärme heftiger ausftrömt, d. h. wenn der Körper, der fich der Flüffigkeit naht, beträchtlich heifs ift. So wäre diefe Erfcheinung vollftändig aus des Grafen Rumford Hypothefe erklärt. *d. H.*

Digitized by Google

ſenſtange, die man wärmen will, herumdreht,)*) ſo muſs eine Flüſſigkeit ſich von unten herauf weit ſchneller, als von oben herab erwärmen laſſen. Denn im erſtern Falle ſteigen die erwärmten Theile aufwärts, und es kommen immerfort die käl-

*) Dieſes läſst ſich aus der Theorie eines *Wärmeſtoffs*, als expanſibeln Stoffs, deſſen Theilchen ſich insgeſammt von einander abſtoſsen, ſo wie das mit der Luft der Fall iſt, ſehr gut erklären. In einem kalten Körper findet dieſer Stoff weit weniger Widerſtand, als in einem erwärmten, wo die eindringenden Wärmetheilchen von den ſchon vorhandenen zurückgedrückt werden, und dieſer Widerſtand wächſt nach dem Verhältniſſe der Erwärmung. Nach dieſem Verhältniſſe nimmt daher auch die Wärme ab, die in gleichen Zeiten in den Körper übergeht, und deshalb geht die Erwärmung in einer ruhenden Maſſe nur langſam von ſtatten, und weit ſchneller, wenn ſie ſich in der Nähe des erwärmenden Körpers hin und her oder herumdrehet. Hierin machen jedoch Kupfer und Queckſilber eine Ausnahme. Die *luftförmigen Flüſſigkeiten* durchdringen zwar, weil ſie viel gröber als der Wärmeſtoff ſind, das Waſſer viel langſamer; allein ſie durchdringen es doch auch. Das beweiſen die Gasarten, die man mit Waſſer ſperrt, und die endlich doch durch das Waſſer durchdringen und in die Atmoſphäre gehen; eben ſo das *Waſſerbarometer*, (z. B. das auf dem Obſervatorio zu Oxford,) in welchem, nachdem es gefüllt worden, die Waſſerſäule anfangs ſchnell, dann aber immer langſamer ſinkt. *de Luc.*

tern in die Nähe des erwärmenden Körpers. Im zweiten Falle hingegen, wo keine innere Bewegung ſtatt findet, bleiben die am ſtärkſten erwärmten Theile immer zunächſt bei dem heiſsen, erwärmenden Körper. — Hieraus erklärt es ſich, warum in den Verſuchen des Grafen eine Eisſcheibe, welche über *heiſsem* Waſſer ſchwamm, ſo viel ſchneller ſchmolz, als eine Eisſcheibe, auf der das heiſse Waſſer ſtand. Im erſtern Falle ſank das erkältete Waſſer beſtändig fort zu Boden, und das wärmſte war ſtets mit der Eisſcheibe in Berührung; im letztern Falle hingegen blieb das kälteſte Waſſer beim Eiſe ſtehen, daher die Wärme nur ſehr langſam bis zum Eiſe hinabzudringen vermochte. *)

*) Daſs Waſſer von 41° Temperatur nach Fahrenheit, über eine Eisſcheibe gegoſſen, davon in derſelben Zeit mehr ſchmolz als kochendheiſses Waſſer, (ein Umſtand, der für des Grafen Hypotheſe gleichgültig iſt;) und der Umſtand, der damit vielleicht in Verbindung ſteht, daſs ein Thermometer, in das heiſse Waſſer geſenkt, ¼ Zoll über der Eisſcheibe immer auf 40° Fahrenheit ſtehen blieb; ſcheinen mit einer andern Erſcheinung in Verbindung zu ſtehen, aus der man ſchon vorher geſchloſſen hatte, daſs die Wärme ſelbſt in feſten Körpern ein Beſtreben habe, ſich lieber hinaufwärts als hinabwärts fortzupflanzen. *de Luc.*

Digitized by Google

4. In der That zeigt sich auch in den Versuchen des Grafen, dass die Eisscheibe unter dem heissen Wasser allmählig immer mehr und mehr schmolz. Diesen Umstand erklärt er indess aus der merkwürdigen Eigenschaft des Wassers, dass es sich beim Erkalten von 40 bis auf 32° nach Fahrenheit *ausdehnt*, statt sich, wie andere Körper, immerfort zusammen zu ziehen. Denn da das Wasser, welches Eis berührt, immer eine Temperatur von 32° hat, so muss es, jener Eigenschaft gemäss, aufsteigen, dagegen das 40° warme hinabsinken, und dieses das Eis schmelzen.

Nach meiner Bestimmung der sonderbaren Phänomene beim Erkalten des Wassers, ist dieses bei 41° nach Fahrenheit am stärksten verdichtet, und dehnt sich von dieser Temperatur bis zu 32° herab, eben so sehr, als bei der Erwärmung von 41 bis 50° aus. Allein diese Ausdehnung beträgt nur $\frac{1}{166}$stel von der, welche das Wasser vom Frost bis zum Siedepunkte erleidet. Ueberdies verdichtet sich das Wasser von 50° herab, und von 32° heraufwärts gleich anfangs so schnell, dass es von 45 bis 35° fast gar keine Veränderung leidet und eine beinahe unmerkliche Verschiedenheit in der Ausdehnung hat. Schwerlich ist daher diese geringe Verschiedenheit fähig, aufstei-

Digitized by Google

gende und hinabsteigende Ströme hervorzubringen. *)

5. Ein Thermometer, um das ringsum eine Eisschale gefroren ist, folgt, meinen Beobachtungen gemäss, den Bewegungen eines nicht umfrornen, (freilich langsam und im Verhältnisse der Dicke des Eises,) in jeder Temperatur unter dem Frostpunkte. **)

Graf Rumford hat folglich, wie alle diese Gründe zeigen, seinen Satz, dass Flüssigkeiten *Nichtleiter der Wärme* sind, nicht erwiesen; vielmehr folgt aus seinen eignen Versuchen, dass sie sowohl, als alle andere Substanzen, von der Wärme durchdrungen werden. ***) Gleichwohl sind

*) Da die Theilchen einer Flüssigkeit sich mit der geringsten Kraft unter einander verschieben lassen; so wird auch dieser kleine Unterschied allerdings einen Strom bewirken, nur dass er sehr langsam seyn möchte, daher dieser Einwurf wenig Kraft hat. *d. H.*

**) Graf Rumford selbst zeigt durch Versuche, die ich im folgenden Stücke mittheilen werde, dass Wärme sich durch Eis nach unten fortpflanzt. Sein Satz spricht aber nur von Flüssigkeiten, nicht von Wasser im festen Zustande. *d. H.*

***) Herrn de Luc's Gründe gegen die Rumfordsche Hypothese lassen sich, wie ich hier gezeigt zu ha-

Digitized by Google

dieſe Verſuche ſehr intereſſant, da ſie der bekannten Thatſache mehrere Beſtimmung geben, daſs die Bewegung, welche in der Maſſe der Flüſſigkeiten bei Veränderungen der Temperatur ſtatt findet, die Verbreitung dieſer Veränderungen ſowohl *in ihnen* als *durch ſie* ſehr befördert, welche ſonſt weit langſamer erfolgen würde.

ben glaube, alleſammt widerlegen; nicht ſo, wie es ſcheint, der Stück 3, S. 323 aufgeſtellte Einwurf, den auch ſchon Gren und Nicholſon berührt haben, und in Hinſicht deſſen ich der Aeuſserung des letztern Naturforſchers völlig beiſtimme.

d. H.

VII.

Ueber das Gefrieren des Waſſers,

vom

Profeſſor Egidius Heller

in Fulda.

In Gehlers *Wörterbuche*, 1. Th., S. 677 ff., lieſet man folgendes: „Fahrenheit ſetzte eine zur Hälfte mit Waſſer gefüllte luftleere Kugel einer Kälte aus, welche nach ſeinem Thermometer 15°, (— 7° R.,) betrug, und fand es noch am andern Morgen flüſſig, obgleich die Kälte auf einerlei Grad geblieben war. Er brach nun die Spitze ab, in welche die Kugel beim Zuſchmelzen ausgezogen war, und ſah das Waſſer augenblicklich mit kleinen Eisſplittern vermiſcht, woraus er anfänglich ſchloſs, der Mangel der Luft habe das Gefrieren verhindert. Bei wiederholten Verſuchen aber lehrte ihn ein Zufall, daſs vielmehr die Ruhe das Gefrieren verhindere, und eine kleine Bewegung hinreichend ſey, ein ſo ſtark erkältetes Waſſer in Eis zu verwandeln. Er ſtieſs mit dem Fuſse an, als er eine ſolche Kugel in der Hand trug, und ſogleich war das ganze Waſſer mit Eisſplittern vermiſcht. Mairan führt eine Nachricht von Micheli an, daſs das

das Waſſer in ſtiller Luft eine Kälte von fünf Reaumürſchen Graden unter dem Eispunkte aushalte, aber bei Berührung der Oberfläche mit einem in Schnee geriebenen eiſernen Drahte Eisſplitter bilde, wobei ein darin ſtehendes Thermometer ſogleich bis auf den Eispunkt ſteige. Mairan ſelbſt hat eine ganze Reihe von Verſuchen hierüber angeſtellt, wobei Waſſer, über deſſen Oberfläche Baumöhl gegoſſen war, bei einer Kälte von fünf Graden unter dem Eispunkte nicht gefror, bis er mit einem Schlüſſel an das Gefäſs klopfte, da dann nach 12 bis 15 Schlägen das ganze Waſſer mit Eisſchiefern vermengt ward und nach weggenommenem Baumöhle ſich völlig in Eis verwandelte. Das darein geſenkte Thermometer ſtieg während dieſer Zeit, und die entſtandenen Eisſplitter, in anderes Waſſer geworfen, ſchwammen auf demſelben.“ Die neuern Unterſuchungen von Herrn Blagden lieſet man in GREN's *Journal der Phyſik*, B. 2, S. 87 u. f. w.

Mir wollte das Stoſsen, Klopfen, Rühren an dem Gefäſse immer nicht recht gelingen, um ein *ſchnelles* Gefrieren des unter dem Eispunkte erkälteten Waſſers zu bewirken. Endlich ſchien es mir, als wenn ich des Waſſers immer zu viel genommen hätte, und daſs man *ſo wenig als möglich* nehmen müſſe, um den Verſuch deutlich dar-

zuſtellen. Es wurden alſo zwei Thermometer an einen Querbalken befeſtigt, ſo daſs ſie ein Paar Zoll von einander abſtanden, und vor einem nach Norden gelegenen Fenſter der freien Luft ausgeſetzt, bis ſie zur Temperatur derſelben gekommen waren. Das eine Thermometer diente abſichtlich dazu, die jedesmahlige Temperatur der Luft anzuzeigen. Das andere war für den Verſuch beſtimmt. Das Waſſer, das gefrieren ſollte, war jederzeit bis zum Siedepunkte erhitzt worden. So oft nun der Verſuch angeſtellt werden ſollte, goſs ich von dieſem Waſſer etwas in eine Taſſe, brachte ſie ſo an das zweite Thermometer, daſs ſeine Kugel ins Waſſer eingeſenkt ward, zog die Taſſe wieder behutſam weg, wodurch es geſchehen muſste, daſs an der Kugel des Thermometers nur ein Tropfen hängen blieb; wenig Waſſer alſo, wie ich es wünſchte.

Was nun mit dieſem Tropfen vorging, erzählen unter mehrern vorm Jahre und im letztverfloſſenen Winter angeſtellten Verſuchen nur folgende:

1. An einem Decembertage war die Temperatur der Luft 5° Reaum. unter dem Eispunkte. Der Himmel war heiter und kein Lüftchen wehte. Das zweite Thermometer, an deſſen Kugel der Tropfen Waſſer hing, war endlich auch auf — 5°

herabgesunken, — und der Tropfen war noch flüssig und hell, das umgekehrte Bild eines nahen Thurms war noch ganz deutlich darin; aber nicht lange hernach wurde es undeutlicher, bis endlich ganz kleine Splitterchen im Tropfen herumschwammen. Jetzt brachte ich ein *ganz kleines* Eisspitzchen an den Tropfen, und der überraschende Erfolg war, dass er *augenblicklich* erstarrte und ein *festes* Kügelchen formirte. Das Thermometer war durch die während des Gefrierens entwickelte Wärme schnell auf — 4° gestiegen, sank aber bald wieder auf — 5°, d. i., zur damahligen Temperatur der Luft herab. Der Versuch wurde mit gleichem Erfolge mehrmahls wiederholt, wobei es mich ungemein amüsirte, des Thurmes Bild vor mir zu haben und es in einem Nu zu vernichten.

2. An einem andern Decembertage war die Temperatur der Luft 4° unter dem Eispunkte. Das Eis- oder Schneespitzchen, (gleich viel,) wurde schon an den Tropfen gebracht, als das Thermometer, woran er hing, nur erst auf 2° unter den Eispunkt gekommen war. Allein der Tropfen gefror nicht, sondern floss in das Spitzchen ab.

3. Temperatur der Luft — 4°. Es herrschte ein scharfer Wind, und aus der Luft fielen viele

Digitized by Google

kleine Schneeflöckchen nieder, die der Wind umhertrieb. Das Thermometer, woran der Waſſertropfen hing, erreichte bei dieſer Witterung in mehrern Verſuchen niemals die Temperatur der Luft — 4°; ſondern wenn es auf — 1° kam, gefror ſchon der Tropfen.

4. Temperatur der Luft — 14°. Der Himmel war bei Oſtluft äuſserſt heiter und es war völlig windſtill. Der Tropfen kam nur auf — 4°: nachdem ich dies wuſste, gelang der Verſuch wie in Nr. 1 u. ſ. w.

Dies mag hinreichen, um die Umſtände zu bezeichnen, unter welchen ein glücklicher Erfolg zu erwarten iſt. Der Tag muſs kalt, aber nicht windig, nicht trübe, ſondern ruhig und heiter, und die Kugel des Thermometers vor dem Verſuche rein abgewiſcht und trocken ſeyn. Die Bilder im Waſſertropfen hat man nebenher gratis.

Digitized by Google

VIII.

VERSUCHE MIT KÜNSTLICHER KÄLTE,

angeſtellt

von

FOURCROY, GUYTON, dem Grafen von MUSSIN PUSCHKIN, ZANETTI, ROUPPE und HASSENFRATZ.

Die beiden berühmten pariſer Chemiker Fourcroy und Vauquelin haben die ſtrenge Kälte des verfloſſenen Winters genutzt, um die intereſſanten *Lowitziſchen* Verſuche zu wiederholen. Als ſie, nach Lowitz Art, 8 Theile ſalzſaurer Kalkerde mit 6 Theilen lockerm Schnee miſchten, ſank das Centeſimal-Thermometer, indem die Miſchung ſchmolz, bis auf — 39°, und bis auf — 43°, (d. h., auf — 34°,4 nach Reaumur,) als man eine zweite ſolche Miſchung in einem Glaſe machte, welches in der erſtern Miſchung ſtand.

Eine Maſſe *Queckſilber* von wenigen Grammen wurde bei — 42°, (— 33,°6 n. R.,) feſt. *)

*) Im *Bulletin des Sciences* etc., An 7, pag. 179, aus dem ich dieſe Nachricht entlehne, wird nicht geſagt, ob das Thermometer, deſſen ſich die bei

Nimmt man eine etwas beträchtlichere Menge von Queckſilber, ſo wird das Innere der Maſſe nicht feſt; und gieſst man das Flüſſige ab, ſo findet man octaëdriſche Queckſilberkryſtalle. *)

Flüſſiges völlig geſättigtes *Ammoniak* ſchoſs in weiſsen Nadeln an bei — 42° und verlor zum

den Chemiker bedienten, mit Queckſilber oder mit Weingeiſt gefüllt war, und, war das erſte der Fall, welcher Vorſicht ſie ſich bedient haben, um den Augenblick des Frierens wahrzunehmen. Nach den unten anzuführenden Verſuchen iſt der Froſtpunkt des Queckſilbers bei — 32° bis — 32°,5 nach Reaumur, d. h., höchſtens bei — 40°,5 des Centeſimal-Thermometers, daher alle hier angegebene niedrigere Temperaturen unzuverläſſig ſeyn würden, hätten ſich die franzöſiſchen Chemiker keines Weingeiſt-Thermometers bedient, und den Stand deſſelben auf ein Queckſilber-Thermometer reducirt. Daſs man darüber im Ungewiſſen gelaſſen wird, iſt ein Mangel, der leider ſo manche ſonſt intereſſante Nachricht im *Bulletin des Sciences de la Soc. philomatique* etwas unbrauchbar macht.

d. H.

*) Nach einer Nachricht in der *Décade philoſophique*, An. 7, No. 14, haben beide Chemiker eine Maſſe von 20 Pfund Queckſilber völlig zum Frieren gebracht. In einem Schmelztiegel von Platina ſoll das Queckſilber innerhalb 30 Sekunden, in Porzellan oder in irdenen Schmelztiegeln erſt in 2 Minuten gefroren ſeyn. *d. H.*

Digitized by Google

Theil ſeinen Geruch. Bei — 47 oder 49° verwandelt es ſich in eine gallertartige Maſſe.

Salpeterſäure mit *Salpetergas* gemiſcht ſchieſst gleichfalls bei — 40° in rothen Nadeln an, und verwandelt ſich in eine Art von Butter. *Salzſäure* friert leicht bei — 42° in eine gelbe, körnige Art von Butter.

Gut rectificirter *Schwefeläther* kryſtalliſirt ſich bei einer Kälte von — 44° in weiſslichen Blättchen, und wird endlich zu einer dunkeln, weiſsen Maſſe. Hingegen fror *Alkohol* in dieſer Kälte nicht, welches eine groſse Verſchiedenheit unter dieſen Stoffen beweiſet *)

Taucht man den Finger in die froſterregende Miſchung, ſo fühlt man einen Schmerz gleich einem heftigen Drucke im Schraubenſtock. In 4 Sekunden wurde der Finger ſo weiſs wie Schnee,

*) Sonderbar, daſs Fourcroy die Salpeter- und die Salzſäure zum Frieren brachte, indeſs dieſes dem Grafen von Muſſin Puſchkin bei einer viel heftigern Kälte nicht gelang. Uebrigens vergleiche man hiermit die Verſuche, welche an der Hudſonsbay über das Gefrieren der Salpeterſäure, der Schwefelſäure und des Weingeiſts angeſtellt wurden, die aus den *Philoſ. Transact.* for 1782 in v. Crells *Beiträge zu den chemiſchen Annalen*, B. 2, S. 279, entlehnt ſind; auch *Neues Journ. d. Phyſik*, B. 4, S. 471. *d. H.*

ohne Empfindung, und liefs ſich nur mit Mühe wieder ins Leben bringen.

* * *

Der Bürger Guyton ſtellte ähnliche Verſuche im Laboratorio der polytechniſchen Schule an. Unter dieſen ſind ihm folgende Erfahrungen eigen: *Kali* mit Alkohol präparirt, und in einem gleichen Gewichte von Waſſer aufgelöſet, fror nicht bei — 43° des Centeſimal-Thermometers.

Ammoniak-Gas aus recht trockenem Kalke und ſalzſaurem Ammoniak bereitet, das man in zwei zuſammenhängende Ballons, die mit einer froſterregenden Miſchung umgeben waren, aus einem in den andern ſteigen liefs, verdichtete ſich bei einer Kälte von — 41°, (32°,8 n. R.,) zu einer tropfbaren Flüſſigkeit, die im erſten Ballon bald zu einer feſten Maſſe fror, im zweyten aber flüſſig blieb. Als darauf die Temperatur des Apparats bis auf — 21° ſtieg, wurde die feſte Maſſe des erſten Ballons wieder zu einer tropfbaren Flüſſigkeit, und die Flüſſigkeit des zweiten zum Gas. Es ſcheint, als ſey das *Ammoniak-Gas*, das in die Ballons ſtieg, feucht geweſen, und als habe das beigemiſchte Waſſer das Frieren deſſelben im erſten Ballon veranlaſst. Das, was in den zweiten Ballon überſtieg, war durch den

Froſt, den es im erſten gelitten hatte, ausgetrocknet, und verwandelte ſich deshalb nur in tropfbares Ammoniak, welches bei der Rückkehr von hinlänglicher Wärme wieder in den gasartigen Zuſtand überging. Ein Zufall ſtörte dieſen Verſuch, und machte die Reſultate unſicher, daher ſich Guyton vornahm, ihn zu wiederholen.*)

Guyton ſuchte auch das Verhältniſs aufzufinden, nach welchem Schnee und Salze zu miſchen ſind, um die gröſstmöglichſte Kälte zu erzeugen. Dieſes beſtimmt er vermittelſt einer einfachen Rechnung aus den bekannten Sättigungsverhältniſſen des Waſſers mit Salzen unter verſchiedenen Temperaturen, indem er zeigt, daſs dazu gerade ſo viel Salz erfordert wird, als nöthig iſt, um das Waſſer bei der Temperatur, die man bezweckt, völlig zu ſättigen. Denn dann muſs die Miſchung zerflieſsen und tropfbar-flüſſig werden. Ein Uebermaaſs an Salz oder an Schnee geht mit dem beigemiſchten Stoffe keine chemiſche Verbindung ein, hindert dadurch das Flüſſigwerden, und giebt Wärmeſtoff her, wodurch die erzeugte Kälte vermindert wird. So z. B. ſättigt 1 Theil

*) Man vergleiche dieſen Verſuch mit dem, welchen Herr van Marum S. 156 dieſer Annalen beſchreibt. d. H.

Kochſalz 2,8 Theile Waſſer, bei einer Temperatur von — 5°, und ungefähr 5 Theile Waſſer bei einer Temperatur von — 21°,25. Daher muſs man 5 Theile Schnee mit 1 Theile Kochſalz miſchen, um eine künſtliche Kälte von — 21°,25 zu erzeugen.

Die Salze, die beim Schmelzen durch Feuer ihr Kryſtalliſations-Waſſer verloren haben, entwickeln, wenn man zu ihnen Waſſer gieſst, anfangs Wärmeſtoff, bis ſie ſo viel Waſſer eingeſogen haben, als ſie im feſten Zuſtande faſſen können; dann erſt erzeugen ſie bei ihrer Verbindung mit mehrerm Waſſer Kälte. Man muſs daher, um die gröſstmöglichſte Kälte zu erzeugen, Salze nehmen, die alles ihr Kryſtalliſations-Waſſer haben. *Salzſaure Kalkerde* ſchmilzt am Feuer bei + 25°, und wird dann beim Erkalten eine feſte Maſſe: wird ſie gepulvert und durch ein Haarſieb geſchlagen, ſo nimmt ſie an der Luft von ſelbſt alles verlorne Kryſtalliſations-Waſſer wieder an, deſſen ſie, um mit Schnee die gröſste Kälte zu erzeugen, bedarf.

* * *

Nicht minder neu und intereſſant ſind die Verſuche mit künſtlicher Kälte, nach Lowitz Art erregt, welche der Graf von Muſſin Puſch-

Digitized by Google

kin, Vice-Präsident des Bergwerks-Collegiums in Petersburg, schon 1797 am 5ten Dec., in Gegenwart des Herrn Lowitz anstellte. Er setzte in einer schicklichen Vorrichtung *flussspathsaures Gas, in welchem Kieselerde aufgelöset war*, dieser Kälte aus, in Hoffnung, es würde dadurch, gleich dem zündenden Salzgas, in einen festen Zustand gebracht, und die Kieselerde unter einer merkwürdigen Gestalt abgesetzt werden. Allein, obgleich die Kälte — 36° bis — 40° nach Reaumur betrug, so blieb doch die Flussspathsäure, mit der aufgelöseten Kieselerde, in der Gestalt einer elastischen Flüssigkeit, und konnte durch diese Kälte nicht einmahl genöthigt werden, einen Theil der aufgelöseten Kieselerde abzusetzen. Als man ein Pfund Wasser in die Vorlage goss, worin die Säure war, fror dieses augenblicklich; zugleich setzte sich eine beträchtliche Rinde von Kieselerde ab, und nach dem Aufthauen war dieses Wasser sehr sauer, wie ein starker Weinessig.

Rauchendes Nordhäuser *Vitriolöhl*, caustisches, flüssiges *Ammoniak*, und phosphorsaures, bis zur Consistenz des Vitriolöhls eingedicktes *Ammoniak*, froren, dieser Kälte ausgesetzt, zum Theil; die beiden erstern zeigten sich dabei in ihrer bekannten Krystallenform, das letztere dagegen wie ein streifiges Gewebe. Alle drei blie-

Digitized by Google

ben eine beträchtliche Zeit hindurch feſt. — Rauchender *Salpetergeiſt*, ſo wie die gewöhnliche *Salpeter*- und die *Salzſäure*, konnten, aller Bemühungen ungeachtet, nicht zum Frieren gebracht werden.

Eben ſo wenig gelang es dieſen Chemikern, nach der im Neuen Journal der Phyſik, Band 3, beſchriebenen Methode des Herrn van Mons, eine Miſchung von Waſſer und Alkohol in einer Retorte völlig zum Frieren zu bringen, und dann, durch das bloſse Auflegen der Hand, aus der Retorte in die damit verbundene Vorlage einen Alkohol überzutreiben, deſſen Flüchtigkeit ſo groſs ſeyn ſoll, daſs 2 Quentchen, die man aus einer Höhe von 6 Fuſs hinabfallen läſst, verfliegen, bevor ſie den Boden erreichen. Sie mochten auf 1 Theil Alkohol 3 oder 2 Theile Waſſer nehmen, nie konnten ſie die Maſſe ganz zum Frieren bringen. Im erſten Falle ſchoſs nur $\frac{3}{4}$ der Maſſe auf dem Boden der Retorte in Eisſtrahlen an, und im zweiten gefror höchſtens $\frac{5}{6}$ des Ganzen. Es entſtanden in der Flüſſigkeit innere Bewegungen, den Meereswellen gleich; kleine Schichten der Flüſſigkeit erhoben ſich, und fielen wieder, wobei ſich zwar von Zeit zu Zeit einige Luftblaſen entbanden, die aber nicht die Urſache dieſer Bewegung ſeyn konnten, welche der Graf vielmehr

Digitized by Google

der Scheidung des Weingeiſts vom gefrierenden Waſſer zuſchreibt. Als man 10 Theile Waſſer zu 1 Theile Alkohol ſetzte, fror zwar faſt die ganze Maſſe, da die Kälte — 38° war; aber ſelbſt wenn man eine ſtark erhitzte eiſerne Schaufel dem Gewölbe der Retorte näherte, ging kein Dampf in die Vorlage über. Es wäre ſehr zu wünſchen, ſchlieſst der Graf, daſs der Urheber dieſes intereſſanten Verſuchs ſeine Werkzeuge, ſein Verfahren, und beſonders das Verhältniſs von Waſſer und Alkohol dem Gewichte nach genauer beſchriebe, auch den Grad der dazu nöthigen künſtlichen Kälte angäbe. *)

* * *

Die folgenden Verſuche betreffen zwar bloſs das *Gefrieren des Queckſilbers*, ſind aber doch für den Naturforſcher nicht ohne Belehrung. Die erſten ſtellte Zanetti der Aeltere zu Paris an. „Ich begab mich", erzählt er, **) „am 25ſten Nivoſe, (14ten Januar,) zwiſchen 6 und 7 Uhr Morgens an einen dem Nordwinde ausgeſetzten Ort im fünften Stockwerke meines Hauſes, wo

*) von Crells *chemiſche Annalen*, Jahr 1798, St. 1, Seite 1.

**) *Journal de Paris par* Roederer *et* Coranvez, 3 Pluvioſe, An VII.

das Thermometer damals 7° unter dem Gefrierpunkte ſtand, (*de congelation*,) miſchte hier 8 Theile ſalzſaurer Kalkerde, 7 Theile Schnee und 2 Theile ſalzſauren Ammoniaks, und that dieſes theils in ein Glas, theils in ein Porzellängefäſs, in welches das Glas, zur Vermehrung der Kälte, geſetzt wurde. Darauf ſtellte ich in die obere Schale ein weites mit Queckſilber gefülltes Glas, und ſah, daſs das Metall in wenigen Augenblicken ſeinen flüſſigen Zuſtand verlieſs. Nach 16 Minuten war es dehnbar und lieſs ſich hämmern wie Blei. Dieſes Metall wurde darauf in 6 Unzen Waſſer von 75° Wärme gelegt; nach einigen Minuten wurde es darin wieder flüſſig, und nun zeigte das Waſſer 45° Wärme.

Als ich in eine zweite Miſchung nach denſelben Verhältniſſen ein Glas mit gewöhnlichem *Branntweine* ſetzte, fror dieſer ſogleich; rectificirter *Weingeiſt* wurde erſt in einigen Minuten feſt. Als ich aber in das Glas ein Stück trockenes Katzenfell legte, fror die Flüſſigkeit gar nicht. *Vitriolnaphtha*, ſtark rectificirt, brachte dieſelbe Wirkung hervor, und auch das Fell des Affen hat die Eigenſchaft, das Gefrieren der Flüſſigkeiten zu verhindern.

Um dieſelbe Zeit brachte zu Rotterdam der daſige Lehrer der Chemie H. W. Rouppe

Digitized by Google

Queckſilber durch künſtliche Kälte, die er nach Lowitz Art durch ſalzſaure Kalkerde und Schnee erregte, zum Frieren, ſowohl den 4ten Januar Abends um 7 Uhr, da das Fahrenheitſche Thermometer auf 19° und das de Lucſche Hygrometer auf 89° ſtand; als auch den 31ſten Januar Morgens um halb neun, da erſteres 15° und letzteres 83° zeigte. Ein Queckſilber-Thermometer, in dieſe Miſchung geſetzt, fror in einigen Minuten, und das gefrorne Queckſilber fiel beide Mahl auf — 100°, (d. i., — 58⅔° Reaum.,) indeſs ein mit Aether gefülltes und mit jenem gleich ſtehendes (correſpondirendes?) Thermometer — 49°, (d. i., — 36° Reaum.,) zeigte. Das Queckſilber geht nämlich bei der Temperatur von — 40° nach dem Fahrenheitſchen, (— 32° nach dem Reaum.,) Thermometer in den Zuſtand eines feſten Körpers über, und zieht ſich, indem dieſes geſchieht, gleich geſchmolzenen Metallen beim Geſtehen, ſogleich in einen engern Raum zuſammen, daher man bei — 40° Fahrenh., und tiefer, aus dem Stande des Queckſilber-Thermometers über die verhältniſsmäſsige Gröſse der Kälte nicht weiter urtheilen kann. *) — Dieſes hatte unter andern

*) Aus dem Rotterdamſchen Courant, 1799, Nr. 15, in der Allgem. Zeitung, Nr. 57, ausgezogen.

Digitized by Google

ſchon Blagden in ſeiner lehrreichen Geſchichte vom Gefrieren des Queckſilbers in den *Philoſophical Tranſactions* vom Jahre 1783 an zahlreichen Beiſpielen gezeigt. *) Daraus mag man die Nachrichten von dem auſserordentlichen Froſte dieſes Winters würdigen, der den Zeitungen zufolge in Stockholm — 29°, zu Abo in Finnland — 39° und zu Torneo in Lappland — 42° betragen haben ſoll; **) Beobachtungen, die,

*) Siehe die in Leipzig erſchienenen *Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte*, B. 3, S. 347 und 515. Profeſſor Braun ſah bei ſeinen Verſuchen über das Gefrieren des Queckſilbers dieſes bis auf — 556° nach Fahrenheit ſinken; Blagden ſchlieſst aus den von ihm angeführten Verſuchen, daſs das Queckſilber, wenn es ein feſter Körper wird, ſich ungefähr um $\frac{1}{23}$ſtel zuſammenzieht, und aus den in von Crells *chemiſchen Annalen*, Jahr 1787, B. 2, S. 318, mitgetheilten Verſuchen des Stabs-Chirurgus Fries zu Uſtiugweliki, ſcheint zu erhellen, daſs das feſte Queckſilber ſich bei zunehmender Kälte noch in einem weit gröſsern Verhältniſſe, als das flüſſige, zuſammenzieht. *d. H.*

**) Hier in Halle war, nach den ſorgfältigen, täglichen Witterungsbeobachtungen des Herrn Kriegsraths von Leyſer, der niedrigſte Stand, der am Tage, (um 8 Uhr Morgens,) an einem Reaum. Queckſilber-Thermometer, das vor einem Fenſter nach Norden hängt, in den drei verſchiedenen Froſtperioden dieſes

die, wofern sie nicht an einem Weingeist-Thermometer gemacht sind, weiter nichts beweisen können, als dass die natürliche Kälte in diesem Jahre in Finnland und Lappland bis über den Frostpunkt des Queckfilbers hinaus gegangen ist. *)

* * *

dieses Winters bemerkt wurde, — 20°,2 den 25sten December, — 23°,4 den 9ten Februar und — 6°,9 den 1sten April. Nach Versicherung eines andern hiesigen Beobachters war der Thermometerstand auf dem offenen Flure eines Hauses den 9ten Februar Morgens um 4 Uhr unter — 25°. Auf der Wiener Sternwarte sank das Thermometer im December nicht niedriger als bis auf — 18½ °. *d. H.*

*) Nur wenig tiefer als — 39° Fahrenh. hört das Queckfilber-Thermometer auf ein brauchbarer Wärmemesser zu seyn, und ein noch so tiefer Stand des Queckfilbers unter seinem Frostpunkte, kann nicht viel mehr als eine Kälte, bei der das Queckfilber friert, beweisen. Blagden hat eine Menge von Beispielen gesammelt, wo die natürliche Kälte in den nördlichen Gegenden Europa's, Asia's und Amerika's diese Grösse erreichte; dann zerspringen die Balken in den Häusern mit einem lauten Knall, Bäume spalten und erfrieren, die Vögel fallen todt aus der Luft, und der Mensch kann bei aller Umhüllung, die äussersten Theile des Körpers nur mit der grösten Mühe vor dem Erfrieren sichern. Obgleich Albany-Fort in der Hudsonsbay nur um einen Grad nördlicher als London liegt, so froren doch Hutchins Queckfilber-Thermometer dort durch die natürliche Kälte im Winter von 1774 auf

So weit die Verſuche dieſes Winters. Zugleich glaube ich hier noch die unterrichtenden Ver-

1775 zweimahl und von 1777 auf 1778 dreimahl, wobei das Queckſilber einmahl bis auf — 490° Fahrenh. ſank. Nach einem Weingeiſt-Thermometer betrug die gröſste natürliche Kälte, die Hutchins dort beobachtete, auf ein Queckſilber-Thermometer reducirt, — 46° Fahrenh, und die gröſste Kälte, die Mac Nab, der ſeine Beobachtungen fortſetzte, dort fand, den 12ten Januar 1785 — 55½° nach Fahrenh. oder — 39° nach Reaumür. Die gröſste künſtliche Kälte, die dieſer Letztere dort hervorbringen konnte, (durch verdünnte Schwefelſäure und Schnee,) betrug — 69° nach Fahrenh. oder — 45° nach Reaum. — In Werch Milui Oſtrog an der Lena fror 1782 das Queckſilber ſchon am 18ten November, und blieb zwei Monate lang gefroren. Deſſen ungeachtet bleibt es ſchwer zu glauben, daſs die diesjährige Kälte in Lappland die gröſste Kälte an der Hudſonsbay noch um 3° übertroffen haben ſollte.

Der verfloſſene Winter iſt indeſs gewiſs in mehrerer Rückſicht einer der merkwürdigſten, die wir ſeit Jahrhunderten gehabt haben. Möchte doch ein zweiter van Swinden die Geſchichte deſſelben übernehmen, und die ſonderbaren meteorologiſchen Erſcheinungen, (Froſt, Schnee, Gewitter, Orkane und Erdbeben,) an denen er in allen Gegenden ſo reich war, genau beſchreiben! Vielleicht würde uns das manchen neuen Aufſchluſs in dem noch ſo unbekannten Felde der Witterungskunde und der Meteore geben. *d. H.*

Digitized by Google

ſuche nachtragen zu müſſen, welche Herr Haſſenfratz und einige franzöſiſche Phyſiker vor vier Jahren, (den 18ten Nivoſe im 3ten Jahre der Republik,) in der *Ecole polytechnique* zu Paris angeſtellt haben. *) Salpeterſäure, die das ſpecifiſche Gewicht 1,526 hatte, wurde von ihnen ſo lange mit Schnee verdünnt, bis ſich bei dieſer Miſchung keine Wärme weiter entwickelte; das ſpecifiſche Gewicht der verdünnten Säure war 1,42, und ihre Temperatur — 9°, dieſelbe als die Temperatur der Atmoſphäre. Darauf machten ſie eine zweite Miſchung, aus drei Theilen Schnee und einem Theile Kochſalz, welches noch ſein Kryſtalliſationswaſſer hatte, wodurch eine Temperatur von — 17° entſtand. Dieſe behielt die Miſchung unverändert drei ganze Tage lang, obgleich indeſs die Temperatur der Luft zwiſchen + 5° und — 9° ſchwankte. Nur erſt, als alles Salz geſchmolzen war, nahm ſie die Temperatur der Luft an.

In dieſe zweite Miſchung wurde ein Glas mit Schnee und ein Glas mit der verdünnten Salpeterſäure geſetzt. Letztere erkaltete in einer halben Stunde bis zur Temperatur von — 17°, der Schnee hingegen nicht ganz ſo ſtark. Darauf

*) *Journal polytechnique*, Cah. 1. Paris, An. 3, p. 123.

Digitized by Google

schüttete man den Schnee, mittelst eines verzinnten Blechlöffels, nach und nach in die Salpetersäure und rührte diese um. Ein Weingeist-Thermometer, das in der Säure hing, fiel während 10 Minuten sehr merklich, bis auf — 31°, und das war die gröfste Kälte, bis zu der man gelangen konnte. Denn wurde alsdann noch mehr Schnee hinzugethan, so schwamm dieser in Gestalt einer kleinen Eiskruste auf der Säure, und die Temperatur erhöhte sich.

Bei dieser äufserstен Kälte ging das Queckfilber in einer Glasröhre, die gleichfalls in diese Mischung gehalten wurde, in den Zustand der Festigkeit über, wobei der, der sie hielt, einen kleinen Ruck in der Hand zu fühlen glaubte, wahrscheinlich, weil das Queckfilber sich, (gleich dem Phosphor,) beim Festwerden plötzlich in einen kleinern Raum zusammenzog. Ein Theil des Queckfilbers war kryftallisirt. — Von dem festen Zustande desselben versicherte man sich durch Hämmern; Ambos und Hammer waren beide in der zweiten Mischung bis auf — 17° erkältet worden. Es liefs sich dabei stark dehnen. Als man es einige Zeit lang in der Hand hielt, entstand derselbe Schmerz als beim Verbrennen. Die Stelle, die das Queckfilber berührt hatte,

Digitized by Google

ward weiſs, unterlief nachher roth und ſchmerzte mehrere Tage lang.

Zuletzt wurden noch folgende beide intereſſante Verſuche angeſtellt. 1. Man goſs in einen Schmelztiegel aus Kohlenſtaub, (*Creuſet de charbon,*) 8 Unzen Queckſilber, deſſen Temperatur nach einem ſehr empfindlichen Thermometer, das in das Queckſilber getaucht wurde, + 8° betrug; das Queckſilber im Thermometer wog 66,88 Decigrammen, (126,6 Gran.) Zu dieſer Queckſilbermaſſe, die alſo überhaupt 2512,61 Decigrammen wog, ſchüttete man 515,9 Decigrammen Queckſilber, das im Begriffe zu gefrieren war, indem die Oberfläche, die ſonſt convex ſteht, ſchon concav geworden war. Nach dieſer Vermiſchung ſank das Thermometer auf 0 Grad.

2. Darauf warf man in dieſelbe Queckſilbermaſſe, wie vorhin, deren Temperatur jedoch nur — 3° betrug, eine Kugel aus gefrornem Queckſilber, ebenfalls wieder 515,9 Decigrammen ſchwer. Nachdem dieſe Kugel gänzlich geſchmolzen war, ſtand das Thermometer auf — 20°.

In beiden Verſuchen fiel das Thermometer ſo ſchnell, daſs ſich darüber keine Beobachtung anſtellen lieſs, (*qui n'a pas permis de ſuivre ſa marche;*) darauf blieb es einen Augenblick ſtehen, und

Digitized by Google

das war der Zeitpunkt, zu welchem die angege
benen Thermometerstände gehören; dann stieg e
allmählig wieder. In beiden Fällen läfst sich di
Wärme des Kohlentiegels und der Thermometer
röhre nicht mit in Rechnung bringen; doch
konnte ihr Einfluſs auf das Resultat der Versuch
nur sehr geringe seyn, da die Kohle ein schlech
ter Wärmeleiter ist.

Man setze die Masse des Queckſilbers im
Tiegel und in der Thermometerröhre gleich
$a = 2512{,}61$ Decigrammen, welche beim erſten
Versuche eine Temperatur von + 8°, im zwei
ten von — 3° hatte, und die Masse des hinzuge
schütteten gefrierenden Queckſilbers $b = 515{,}8$
Decigrammen; so wurde dadurch die Tempera
tur des Gemisches im ersten Falle auf 0, im zwei
ten auf — 20° gebracht. Gesetzt also, Queckſil
ber sey in allen Temperaturen, durch eine gleiche
Menge von Wärme, die hinzukömmt, immer
gleich ausdehnbar, und es friere bei — n°: so
müſste zufolge des *ersten Versuchs* $8 . a = — n . b$;*)

*) Denn indem das ganze Gemisch die Temperatur
von 0° annimmt, und die Masse a vorher + 8°,
die Masse b aber n° Wärme hatte; so muſs eine
Wärmemenge, die sich durch $8 . a$ ausdrucken läſst,
der Wärmemenge, die durch $n . b$ ausgedruckt
wird, gerade gleich seyn: und wird durch beide

folglich $n = -\frac{8 \cdot a}{b} = -\frac{20100,88}{515,9} = -39°$ seyn. Allein einem der vorigen Versuche zufolge, ist der Gefrierpunkt des Queckſilbers nach einem Weingeiſt-Thermometer, bei — 31°; ein Zeichen, daſs das Queckſilber, wenn es zum Gefrieren kömmt, von derſelben Wärmemenge nicht ſo ſtark ausgedehnt wird, als in höhern Temperaturen. Es ſtimmt darin mit dem Waſſer überein, welches nahe beim Froſtpunkte durch Wärme ſogar minder ausdehnbar iſt, als Glas, und deſſen Ausdehnbarkeit bei höherer Temperatur, zumahl nahe beim Siedepunkte, ſehr ſchnell zunimmt. — Hätten Tiegel und Glasröhre keine Wärme hergegeben, ſo würde die Temperatur der Miſchung etwas unter o geweſen, und daher in der Formel $n = \frac{-8 \cdot a}{b}$, ſtatt 8 ein etwas gröſserer Coefficient hineingekommen ſeyn. Schwerlich dürfte dieſes aber ſo viel betragen haben, daſs man $n = -39,5°$ ſetzen könnte.

Im *zweiten Verſuche*, wo die Temperatur der Maſſe *a*, — 3°, und die des Gemiſches — 20° war,

Wärmemengen, der Vorausſetzung gemäſs, gleich viel Queckſilber in beiden Fällen, um gleich viel ausgedehnt; ſo muſs *n* ſo vielmahl gröſser als 8 ſeyn, ſo vielmahl die Maſſe *a* die Maſſe *b* in ſich enthält. *d. H.*

Digitized by Google

betrug die Erkältung der Maſſe *a* — 17°. Dieſe Erkältung wurde von zwei verſchiedenen Urſachen bewirkt: 1. durch das Schmelzen der feſten Queckſilbermaſſe *b*; 2. dadurch, daſs die geſchmolzene Maſſe noch bis zu einer Temperatur von — 20° erwärmt wurde, wozu, wenn der Gefrierpunkt des Queckſilbers — 31° iſt, 11° Wärme nöthig waren. Nun aber wurde im erſten Verſuche, indem dieſe Queckſilbermaſſe *b* ſich um 31°, (von — 31° bis zu 0°,) erwärmte, die Queckſilbermaſſe *a* um 8° erkältet. Setzt man daher das Queckſilber in allen Temperaturen gleich ausdehnbar, ſo muſs, indem die Maſſe *b* um 11° erwärmt wird, die Maſſe ſich um den Theil von 8° erkälten, der 31° von 11° ſind, d. h., um $\frac{8.11}{31} = 2{,}84$ Grad.

Zieht man dieſe Wärme, durch welche das flüſſig gewordene Queckſilber *b* von — 31° bis zu — 20° erwärmt wurde, von der ganzen Wärmemenge ab, welche die Maſſe *a* bei Vermiſchung mit der gefrornen Maſſe *b* verlor, d. h., von 17°; ſo erhält man, wie viel von dieſer Wärme beim Uebergange des Queckſilbers *b* aus dem feſten in den flüſſigen Zuſtand verſchluckt wurde; nämlich ſo viel, daſs dadurch die Maſſe *a* um 14°,16 erkältet wurde, folglich die Maſſe *b*

Digitized by Google

um so vielmahl mehr, als sie kleiner als *a* ist, d. h., um $\frac{a}{b} \cdot 14°,16 = \frac{2512,61}{515,9} \cdot 14°,16 = 68°,96$.

Wenn also eine Masse von gefrornem Queckſilber schmilzt und sich in laufendes Queckſilber von derselben Temperatur als das gefrorne verwandelt, so verschluckt sie dabei so viel Wärme, daſs die Temperatur von einer gleichen Masse laufenden Queckſilbers dadurch um 68°,96, oder von — 31° bis auf + 37°,96 erhöhet werden würde, vorausgesetzt, das Queckſilber sey in allen Temperaturen durch Wärme gleich ausdehnbar. Da es aber in den niedrigen Temperaturen weniger ausdehnbar ist, so ist der berechnete Wärmegrad von 2°,84 etwas zu klein, mithin die Wärme von 68°,96 etwas zu groſs. Setzt man mit Cavendiſh den Froſtpunkt des Queckſilbers auf — 32°,5, *) so findet

*) *Philoſophical Transactions for* 1782. Auf Veranlassung Cavendiſh's hatte Hutchins, Gouverneur zu Albany-Fort an der Hudsonsbay, im Jahre 1781 genaue Beobachtungen über das Frieren des Queckſilbers, mit Hülfe von Queckſilber- und Weingeiſt-Thermometern, angeſtellt. Das ſpecifiſche Gewicht des Alkohols in den letztern war bei einer Temperatur von 58½ Grad

ſich dieſe Wärme gleich 67°,7. Nun aber weiſs man aus ähnlichen Verſuchen, daſs Eis bei ſeinem Aufthauen, wenn das Waſſer gleichfalls die Temperatur von 0° behält, 60°, (nach Blacks Verſuchen 62°,2,) Wärme verſchluckt. Hierin ſcheint alſo das Queckſilber mit dem Waſſer ſehr nahe, wo nicht genau übereinzuſtimmen.

nach Fahrenheit, 0,8254; und reducirte man den Stand deſſelben auf die Höhe eines Queckſilber Normalthermometers, ſo ergab ſich aus ſeinen Verſuchen der Froſtpunkt des Queckſilbers bei — 40° nach Fahrenheit, oder — 32° nach Reaumür.

d. H.

IX.

Ueber die Zerſetzung des Sauerſtoffgas durch die reinen Erden.

1. *Brief des Herrn von* HUMBOLDT *an den D.* INGENHOUSS *über die Eigenſchaft einiger Erden, die atmoſphäriſche Luft zu zerſetzen.* *)

Ich eile, Ihnen das Reſultat meiner Verſuche über die einfachen Erden mitzutheilen, da dieſe Verſuche nicht nur über die Natur dieſer problematiſchen Elemente einiges Licht zu verbreiten, ſondern auch Ihre ſcharfſinnigen Bemerkungen in der Schrift über die Ernährung der Pflanzen **) ſehr zu unterſtützen ſcheinen. Ich hatte, wie Sie, bemerkt, daſs der Humus, oder die vegetabiliſche Erde, die atmoſphäriſche Luft zerſetze, indem er ihr den Antheil Sauerſtoff raubt, und nur Stickgas und einige Hunderttheile kohlenſaures Gas zurückläſst. Ich ſchrieb dies bisher den fäu-

*) *Journal de Phyſique, par Delamétherie*, Tom. IV, pag. 323.

**) INGENHOUSS *über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens.* Ueberſetzt von Ch. Fiſcher, Leipzig 1798. Insbeſondere S. 137. *A.*

Digitized by Google

rungsfähigen Baſen, (dem Kohlen-, Waſſer-, Stickſtoffe u. ſ. w.,) zu, welche ſich immer darin vorfinden, und vermuthete, die Fruchtbarkeit des Bodens hänge eben von jenen Oxyden, (*Oxydes du carbone et d'hydrogène*,) ab, welche ſich hier im Boden bilden, und geſchickter als Kohlenſäure und Waſſer ſind, von den Vegetabilien zerſetzt zu werden. Indem ich hierüber arbeitete, fand ich, daſs die graue Thonerde, die Gangart, in welcher das Steinſalz im Oeſtreichiſchen und Salzburgiſchen vorkömmt, (das Lebergeſtein der deutſchen Bergleute,) die Eigenſchaft, die atmoſphäriſche Luft zu zerſetzen, eben ſo, wie die vegetabiliſche Erde hat. Ich brachte angefeuchtete Thonerde von dieſer Art unter einer Glocke, bei einer Temperatur von 14 bis 15° Reaumur, mit der Luft in Berührung, und ſo wurden eben die Gasarten unter derſelben gebildet, die ſich im Steinſalzbergwerke finden. Von 3000 Theilen atmoſphäriſcher Luft, welche nach einer ſehr genauen Analyſe, (dem Volumen nach,) zuſammengeſetzt war

aus 852 Theilen Sauerſtoffgas,
2103 Theilen Stickgas und
45 Theilen Kohlenſäure,

blieben nach 18 Tagen nur noch 2460 Theile, und von dieſen waren

81 Theile Sauerſtoffgas,
2207 Theile Stickgas, vermiſcht mit Waſſerſtoffgas,
172 Kohlenſäure. Zur Bildung der 127, (172 — 45,) Theile kohlenſauren Gas werden nach Lavoiſier's Beſtimmung 35,5 Sauerſtoff erfordert. Da alſo der Rückſtand von 2460 Theilen nur 81 Theile Sauerſtoff enthielt, ſo kann man behaupten, daſs von 0,28 Theilen Sauerſtoff, die in der Luftmaſſe enthalten waren, 0,24 Theile den gasförmigen Zuſtand verlaſſen, und mit der Thonerde ſich verbunden haben. Einige Monate nachher fand ich in Vauquelins Laboratorio eine weiſse Thonerde, (von Montmartre,) die in gleicher Zeit und Temperatur, (17 bis 20° Reaumur,) mehr Oxygen als der Phosphor verſchluckte. Dieſe Erfahrungen führten mich zu jener Entdeckung, welche ich Ihnen mitzutheilen geeilt habe, *daſs die einfachen, reinen, mit deſtillirtem Waſſer angefeuchteten Erden, bei einer niedrigen Temperatur, den Sauerſtoff der Atmoſphäre abſorbiren.* Ich habe in zehn Tagen durch Thonerde reines Stickgas bereitet. Schwererde lieſs nur einen Rückſtand von 0,08 Sauerſtoff, nachdem ſie 0,19 Theile abſorbirt hatte. Kalkerde zerſetzt die atmoſphäriſche Luft auch, aber langſamer. Kieſel- und Talkerde ſcheinen dieſe Eigen-

Digitized by Google

ſchaft nicht zu beſitzen. Ein Verſuch, in welchem die Kieſelerde 0,09 Oxygen abſorbirt hatte, ſchien mir doch noch zweifelhaft. Dieſe überraſchenden Erſcheinungen verdienen eine nähere Betrachtung und veränderte Verſuche. Sie beweiſen, daſs die Erden es ſind, welche im Humus, oder der Gartenerde das Sauerſtoffgas abſorbiren. Sind es nun dieſe problematiſchen Elemente ſelbſt, die ſich mit dem Sauerſtoffe verbinden? Oder ertheilen ſie durch einen, bis jetzt noch unbekannten Verwandtſchaftseinfluſs dem deſtillirten Waſſer die Eigenſchaft, das Oxygen zu zerlegen? Das ſind Fragen, über welche ich jetzt noch nichts entſcheiden mag, doch glaube ich, daſs ſich dieſe Erſcheinungen ſehr gut mit denen Ideen vereinigen laſſen, die Sie über die Säurung des Bodens geäuſsert haben. Nur durch Vermehrung der Erfahrungen werden wir zur Löſung des groſsen Problems der Vegetation gelangen.

Digitized by Google

2. *Brief* SAUSSÜRE *des Sohns an* J. C. DELAMÉTHERIE, *in welchem bewieſen wird, daſs die reinen Erden den Sauerſtoff nicht abſorbiren.* *)

Ich habe meine Behauptung, daſs die grünen Theile der Pflanzen, wie die Thiere, ſowohl im Sonnenlichte als im Schatten, die atmoſphäriſche Luft verderben, ſobald dieſe Luft mit einer Subſtanz, welche das kohlenſaure Gas abſorbirt, in Berührung ſteht, durch mannigfaltige, ſorgfältige Verſuche beſtätigt. Meine erſten Erfahrungen beſtanden darin, daſs ich abwechſelnd die Pflanzen dem Einfluſſe des Sonnenlichts und der Finſterniſs ausſetzte; aber man könnte daraus immer noch ſchlieſsen, daſs ſie die Luft nur im Finſtern verderben, weil das kohlenſaure Gas, welches ſie nach Ingenhouſs's Behauptung nur während der Nacht bilden, und das durch die im Recipienten liegende Kalkerde zurückgehalten würde, von dem Lichte nicht wieder zerſetzt werden kann. Aber als ich nachher die Pflanzen bloſs beim Sonnenlichte mit kauſtiſchem Alkali oder gebranntem Kalke unter einen Recipienten ſetzte, und gegen Abend herausnahm, ſo erhielt ich ſtets daſſelbe

*) *Journal de Phyſique par Delamétherie*, Tom. IV, An. 6, pag. 470.

Reſultat, nämlich Verminderung des Sauerſtoffgas und Verminderung des ganzen geſperrten Luftraums; da hingegen die Pflanzen, welche in eine gleiche Lage, aber ohne Alkali oder ohne Kalk geſetzt wurden, ihren Luftraum verbeſſerten, oder wenigſtens nicht verſchlimmerten. Auſserdem bewies ich, daſs das kohlenſaure Gas, das in geringer Menge mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht, die Vegetation der entwickelten Pflanzen befördert, ſowohl im Sonnenſcheine als im Schatten das Keimen des Saamens verzögert *) und in allen Verhältniſſen den jungen Pflanzen ſchadet.

Ich kann hier die neueſten Erfahrungen Humboldt's nicht übergehen, deren Genauigkeit ich indeſſen in Zweifel ziehen muſs. Daſs der Humus, welcher ein Produkt der Vermiſchung

*) Die Nothwendigkeit des Sauerſtoffs zum Keimen des Saamens iſt jetzt hinlänglich bekannt. Wie ſtark aber die Anziehung des kohlenſauren Gas zum Sauerſtoffgas, und eben deswegen auch das Hinderniſs des Keimens in einer mit kohlenſaurem Gas ſehr reichlich verſehenen Luft iſt, beweiſet ein Verſuch Humboldt's, nach welchem in einer Luft, die 0,25 kohlenſaures Gas und 0,75 Sauerſtoffgas enthielt, noch kein Licht brennen wollte.

A.

Digitized by Google

schung zersetzter Vegetabilien mit noch unzersetzten ist, das Sauerstoffgas absorbire; ist freilich nicht neu, da es bekannt genug ist, dass die vegetabilischen Substanzen, die sich freiwillig an der Luft zersetzen, in einen Zustand der Gährung kommen, bei welchem sie Sauerstoff verschlucken. Ausserdem ist dieser Einfluss des Humus auf die atmosphärische Luft schon im Jahre 1788 von Ingenhouss bekannt gemacht worden. Aber eine sehr wichtige Entdeckung wäre es immer, diese Absorbtion des Sauerstoffs durch die reinen angefeuchteten Erden darzuthun. Ich kann indessen versichern, dass dieses bei Erden, die von aller vegetabilischen Substanz befreiet sind, nicht der Fall ist, sobald man nur kein kochendes Wasser zu ihrer Befeuchtung anwendet, weil dieses das Sauerstoffgas in grösserer Menge als das Stickgas absorbirt.

Schon seit vier Monaten habe ich vier Unzen Thonerde, (aus dem Alaun durch Ammoniak präcipitirt, wiederholt gewaschen, an der Sonne getrocknet und darauf mit einer hinlänglichen Menge von Wasser angefeuchtet, um sie weich (*ductile*,) zu machen,) mit 50 Kubikzoll atmosphärischer Luft in Berührung gesetzt, und die Thonerde hat noch nichts von dieser Luft absorbirt. — Dieselbe Erfahrung habe ich mit kohlensaurer Kalkerde

und ätzender Kalkerde gemacht; der Erfolg war derſelbe. Eben das beobachtete ich auch bei der Kieſelerde.

Humboldt's eudiometriſche Unterſuchungen ſind ſcharfſinnig; aber die Grenzen des Irrthums, welche er für das *Phosphor-Eudiometer* anſetzt, ſind nicht genau, und ſind nicht ſo arg, daſs man dieſes Inſtrument verwerfen müſste. Es iſt wahr, es zeigt nur $\frac{21}{100}$ oder $\frac{22}{100}$ Sauerſtoffgas in der Atmoſphäre an; aber dieſe zeigt es beſtändig, wie auch die Geſtalt des Gefäſses zur Unterſuchung und die Schnelligkeit der Verbrennung ſeyn mag. Wenn man eine bekannte Menge von Stickgas oder Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft hinzufügt, ſo wird das Eudiometer dieſe Menge mit aller Genauigkeit anzeigen. Für einen Ungeübten hat unläugbar das Phosphor-Eudiometer vor dem Salpetergas-Eudiometer, wegen der Leichtigkeit, mit dieſem zu irren, weſentliche Vorzüge. Dies iſt mein Urtheil, nach dreijährigem täglichen Gebrauche beider Inſtrumente.

Was die Hinzufügung des ſchwefelſauren Eiſens bei dem Gebrauche des Salpetergas Eudiometers betrifft, ſo hat mich die Erfahrung von dem Nachtheile dieſes Verfahrens überzeugt; denn dieſe Subſtanz abſorbirt nur ſchwer und niemals

Digitized by Google

ganz das Salpetergas, wenn es mit Stickgas vermiſcht iſt. Es verbeſſert auſserdem nicht die Urſache von Fehlern, wegen welcher man mit Recht Fontana's Eudiometer anklagt, und beſonders die nicht, welche durch die ſchnellere oder langſamere Abſorbtion des Sauerſtoffgas durch das Salpetergas entſtehen. Ich glaube daher, ſowohl in chemiſcher Rückſicht, als auch wegen der dabei nöthigen complicirten Handgriffe, dieſe Aenderung verwerfen zu müſſen.

A.

3. A. F. von Humboldt's *Antwort an* Delamétherie *über die Zerſetzung des Sauerſtoffgas durch die einfachen Erden.* *)

Dieſe Antwort Humboldt's will ich im Auszuge vorlegen, da die Verſicherung und Behauptung Sauſſüre's, jene Entdeckung gänzlich widerlegt zu haben, zu unvorſichtig iſt, um nicht eine Menge von Blöſen zu geben. Zuerſt erinnert Humboldt, ob man wohl erwarten könne, in Vauquelin's Laboratorio Erden zu finden, die mit vegetabiliſchen Subſtanzen verunreinigt ſind; er erinnert ferner, ob wohl je-

*) *Journal de Phyſique par* Delamétherie, T. V, An 7, pag. 132.

Digitized by Google

mals ein Chemiſt, auch ſelbſt mit kochendem Waſſer, atmoſphäriſche Luft in Stickgas verwandelt habe; und ob wohl einige entgegenſtehende Verſuche Sauſſüre's eine ganze Reihe, mit gutem Erfolge unter Kenneraugen angeſtellte Verſuche widerlegen können? Er weiſs nicht, was er zu dem Vorwurfe Sauſſüre's ſagen ſoll, als wenn er das Salpetergas und ſchwefelſaures Eiſen zugleich im Eudiometer brauche, und glaubt, daſs man bei einer Vergleichung ſeines Memoire uber das Salpetergas mit Vauquelin's Aufſätze über das ſchwefelſaure Eiſen, die Unbilligkeit des Vorwurfs einſehen werde. Er braucht es nur, um die Güte des Salpetergas zu beſtimmen, ~~indem er ſieht, wie viel Sauerſtoffgas erfordert wird, ein Hundertheil damit zu ſättigen.~~ Auſserdem beweiſen die genaueſten zahlreichen Erfahrungen, daſs das ſchwefelſaure Eiſen bei einer Temperatur von 30 bis 40° auch das geringſte Ueberbleibſel an Salpetergas hinwegnimmt. In Rückſicht des Nachtheiligen des Phosphor Eudiometers beruft er ſich auf ſeine Erfahrungen; eben ſo führt er über die Abſorbtion des Sauerſtoffgas durch die Erden noch einige Verſuche an, die hier anzuführen nicht der Ort iſt, eine ſo gänzliche Niederlage ſie auch ſeinem Gegner bereiten mögen. Was den Haupt-

Digitized by Google

inkt des Streits, nämlich die Verſchluckung es Sauerſtoffgas durch einfache Erden, betrifft; ließe ſich vielleicht für beide Phyſiker, ohne ire Genauigkeit oder ihre Geübtheit in Verſuchen in ein nachtheiliges Licht zu ſtellen, eine iedliche Vereinigung finden. Angenommen, aſs die Erden den Sauerſtoff abſorbiren; wäre s dann nicht möglich, daſs Humboldt mit ioch ungeſättigter, Sauſſüre mit geſättigter Erde experimentirt hätte? *A.*

4. F. A. von Humboldt *über die Zerſetzung des Sauerſtoffgas durch die einfachen Erden, und über den Einfluſs derſelben auf die Kultur des Bodens.* *)

Aus dieſer intereſſanten Abhandlung können wir unſern Leſern nur einen Auszug liefern, um uns nicht dem Vorwurfe auszuſetzen, Freibeuterei in das Gebiet der chemiſchen Journale zu treiben.

Alſo hier noch zuerſt eine Reihe von Verſuchen mit dem *Thone* aus den Steinſalzgebirgen.

*) *Annales de Chimie*, An 7, Pluvioſe, Nro. 86, p. 125.

Digitized by Google

Volumen atmoſphäriſcher Luft, zu 0,27 Sauerſtoffgas, welche damit in Berührung gebracht wurde.	Rückſtand nach 15 bis 23 Tagen.	Der Rückſtand enthielt:	
		Sauerſtoffgas.	Kohlenſaures Gas.
250	212	0,10	0,04
460	418	0,18	0,02
300	260	0,07	0,08
520	492	0,20	0,04
500	446	0,11	0,07

Verſuche mit dem *Humus*, an verſchiedenen Orten eingeſammelt.

Tage der Berührung.	Rückſtand von den anfangs vorhandenen 0,27 Theilen Sauerſtoffgas in fünf Glocken.				
	1ſte,	2te,	3te,	4te,	5te.
2	0,20	0,24	0,19	0,20	0,26
3	0,16	0,20	0,15	0,20	0,20
4	0,16	0,15	0,14	0,15	0,17
5		0,12	0,11	0,15	0,16
8	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
11	0,08	0,10	0,11	0 08	0,09
14	0,05	0,06	0,04	0,08	0,09

Verſuche mit *einfachen Erden.*

	Rückſtand von den anfänglichen 0,27 Theilen Sauerſtoff.	Zeit.
Thonerde,	0,00	17 Fructid. bis 4 Vendem.
Thonerde,	0,00	5 Vendem. bis 14 Vendem.
Schwererde,	0 08	17 Fructid. bis 4 Vendem.
Thonerde,	0,12	6 Fructid. bis 14 Vendem.
Thonerde,	0,08	6 Fructid. bis 14 Vendem.
Kalkerde,	0,20	6 Fructid. bis 14 Vendem.
Schwererde,	0,11	6 Fructid. bis 14 Vendem.

Humboldt zeigt hierauf die mannigfaltige Anwendung dieſer Erfahrung zur Erklärung der Fruchtbarkeit des Thonbodens, des Humus über-

Digitized by Google

haupt, des Nutzens der Brache, des Umwendens in die Luft durch den Pflug. Er bemerkt, dafs es ſich jetzt leicht erklären laſſe, warum die Luft im Humus ſo ſehr azotiſch, aber deſſen ungeachtet den darin wohnenden Geſchöpfen allein zuträglich ſey. Auch den ſchädlichen, von dem Gärtner längſt wahrgenommenen Einfluſs der unbedeckt aus dem Boden hervorragenden Wurzeln glaubt er leicht aus der Ungewohnheit einer ſtark mit Sauerſtoff angefüllten Luft, in welche ſie jetzt verſetzt ſind, erklären zu können.

Nach einigen Bemerkungen über die Chemie der Vegetabilien, nach einem Rückblicke auf die bekannten Pfeifenſtiel-Verſuche und deren wahrſcheinliche Erklärung aus der Abſorbtion des Sauerſtoffgas durch die Thonerde, geht er zur Erklärung der Bildung des *Salpeters* über. Die Gegenden, welche reich an Thonerde, wie Thibet, Ungarn und ein Theil von Deutſchland ſind, ſind auch die reichſten im Salpeterertrage. Hier ſenkt ſich der Sauerſtoff zur Erde; hier iſt das Verhältniſs gegen das Stickgas abgeändert; es bildet ſich unter Umſtänden, welche beſonders durch die bei Ungewittern häufig in die negative übergehende Electricität herbeigeführt ſcheinen, Salpeterſäure. Vielleicht, fährt Humboldt fort, dafs auch das Gewächs-Alkali, von dem man

nicht den achten Theil vorher im Humus findet, durch eine Zerſetzung des Waſſers, bei welchem der Waſſerſtoff mit dem atmoſphäriſchen Stickſtoffe ſich verbindet, hervorgebracht wird. — Doch will er ſich hier in kein Reich wagen, wo jetzt noch bloſse Vermuthungen die Stelle der Thatſachen vertreten müſſen.

Eine Behauptung, die Humboldt hier aufſtellt: daſs Körper, die gleiche Beſtandtheile bei der Analyſe geben, doch ſehr verſchiedene Erſcheinungen darbieten können; wird dem Leſer beim erſten Anblicke auffallen und durch die von ihm gegebene Erklärung, daſs der Unterſchied nur daher entſtehe, wie die Stoffe verſchieden an einander gebunden ſind, (z. B. in der einen Verbindung von Sauerſtoff, (1,) Stickſtoff, (2,) Kohlenſtoff, (3,) und Waſſerſtoff, (4,) 2 und 4 oder 3 und 4 ſich verbunden haben,) weder erklärt noch bewieſen finden. Aber dieſe Behauptung kann doch zuweilen wahr ſeyn, wenn entweder einige dieſer Stoffe nicht chemiſch verbunden, ſondern nur eingemengt ſind, oder wenn unſre Analyſe ſo unvollkommen iſt, daſs ſie die Verſchiedenheit nicht wahrnehmen kann.

A.

Digitized by Google

X.

BEMERKUNG

gegen HASSENFRATZ'S *Behauptung von dem Einflusse der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichts;* HASSENFRATZ'S *Antwort; Bemerkungen über beide.*

In Delamétherie's Journale der Physik *) wurde gegen H. Hassenfratz's Behauptung von dem schädlichen Einflusse der Adhärenz auf die gewöhnliche Bestimmung des specifischen Gewichtes der Körper der Zweifel erhoben, dass, da die Wasserschicht, welche der Aussenfläche des Körpers adhärirt, im Gleichgewichte mit den umgebenden Wassersäulen ist, diese Adhäsion auf das specifische Gewicht nicht anders Einfluss haben könne, als wenn dadurch das Wasser in seiner Dichtigkeit verändert würde, welches aber schwerlich anzunehmen sey.

H. Hassenfratz antwortete **) darauf, diese Erinnerung treffe ihn nur dann, wenn die abgewogenen Körper schwer genug wären, um die Affinität der Molekülen der Flüssigkeit zu überwinden; ***) wären sie dieses aber nicht, so müsste der Körper allerdings in der Flüssigkeit schwebend erhalten werden, und sein Ge-

*) *Journal de Physique, par* DELAMÉTHERIE, Tom. IV, An 6, pag. 63.

**) *Journal de Physique*, T. IV, An 6, p. 274—278.

***) Er überfirnisste ein Stück Pappelholz, 1 Decimeter im Quadrate und 1 Centimeter dick, so dass es in jeder Lage unter destillirtem Wasser blieb, legte eine Bleikugel darauf, deren specifisches Gewicht er vorher und in dieser Lage, bis auf eine Kleinigkeit gleich fand, und glaubt dieses dadurch direct bewiesen zu haben.

wicht gehe dann für jedes andere Areometer, als für das Hombergſche, völlig verloren. Er ſchreibe dieſes 1. der Affinität zwiſchen der Flüſſigkeit und dem Körper, welcher gewogen wird, und der gegenſeitigen Affinität der Molekülen der Flüſſigkeit zu; derſelben, welche Waſſer in Luft, gepulverten Schiefer in Waſſer u. ſ. w., (abgeſehen von der daran hängenden Luft,) ſchwebend erhalte, dieſe Urſache ſey welche ſie wolle; und 2. dem Unterſchiede dieſer beiden Affinitäten der Waſſertheilchen unter ſich und mit dem Körper, beſonders auch der Compreſſibilität des Wärmeſtoffs, die er indeſs erſt in dieſer Vertheidigung zu Hülfe ruft. Zugleich bewährt er ſeine Beobachtung durch mehrere neue Verſuche mit zerſtücktem Staniol.

Dieſe Erklärungen möchten ſich indeſs wohl nicht ganz von einer *petitio principii* freiſprechen laſſen; denn ſtatt zu zeigen, wie kann hier Adhärenz Einfluſs haben, zeigen ſie nur, daſs Haſſenfratz jenen Einfluſs der Adhärenz zuſchreibt. Wie dieſe hier wirkſam ſey, das möchte freilich wohl bei der in Frankreich eingeführten Erklärung durch Molekülen, wo der Stoſs die Stelle der Anziehung vertreten muſs, nicht leicht zu zeigen ſeyn. Für die, welche eine anziehende Kraft annehmen, fällt aber dieſe Schwierigkeit weg; denn daſs eine anziehende Kraft, wenn ſie einer andern Anziehung, wie z. B. der Schwere, entgegen wirkt, die Wirkung dieſer dadurch vermindert, hat nicht das mindeſte Schwierige. Das iſt aber hier der Fall. Das Waſſer, in welchem der Körper, deſſen ſpecifiſches Gewicht man ſucht, gewogen wird, hat eine ſtärkere Anziehung zu dem Körper, als die Luft, in welcher man ihn zuerſt abwiegt. Folglich muſs die Schwere eines Körpers nicht bloſs durch den Gegendruck der Flüſſigkeit, in die er getaucht wird, (der ſo viel als das Gewicht eines gleichen Volumens der Flüſſigkeit beträgt,) vermin-

Digitized by Google

lert werden; ſondern auch ſeine gröſsere oder geringere Anziehung zu dem Medio hat Einfluſs auf ſein relatives Gewicht, mithin auch auf die gewöhnliche Art ſein ſpecifiſches Gewicht zu beſtimmen, und in ſo fern hat Hrn. Haſſenfratz's Erklärung nichts Widerſprechendes. *)

*) Ich muſs geſtehen, daſs es mir einige Schwierigkeit zu haben ſcheint, dieſe Erklärung bei einer Flüſſigkeit zuzulaſſen, die den Körper rings umgiebt, ihn durch ihre Adhärenz nach allen Seiten zu gleich ſtark zieht, und die durch ihr Adhäriren an dem Körper das relative Gewicht deſſelben in der Flüſſigkeit weder vermehren noch vermindern kann. Vielleicht möchte hierbei eher die Cohärenz der Waſſertheilchen unter ſich in Anſchlag kommen, wodurch der Druck des Körpers im Waſſer etwas, und zwar um ſo mehr vermindert werden könnte, je gröſser die Oberfläche des Körpers iſt. Damit würde die Verſchiebbarkeit der Waſſertheilchen unter ſich durch die kleinſte Kraft recht wohl beſtehen können, lieſse ſich gleich ein fremdartiges Partikelchen dann nicht mit der kleinſten Kraft im Waſſer hin und her bewegen, weil es nämlich gegen die Cohäſion der Waſſertheilchen unter ſich zu wirken hätte. — Indeſſen möchten ſich wohl hieraus auf keinen Fall die auſserordentlichen Ungleichheiten im ſpecifiſchen Gewichte des ganzen und zerſtückten Staniols erklären laſſen, die Haſſenfratz in ſeinen neuen Verſuchen fand, welche folgende Tafel darſtellt:

Spec. Gewicht,	Verſuch 1, mit 120 Bl. Staniol	Verſuch 2, mit 67 Blättern Staniol,		Verſuch 3, mit 60 Bl. Staniol
	nach dem Aus	vor pumpen	nach der Luft	nach unter der Luftp.
als die Blätter zwiſchen den Walzen eines Streckwerks zuſammengepreſst waren —	5,744	5,975	7,16	6,575
im Homb. Areom.	—	7,3	7,296	7,315
als die Blätter unter d. Waſſer getrennt worden waren	3,714	3,344	3,675	—
im Homb. Areom.	—	3,535	4,162	5,113
als d. Bl. unter dem Waſſ. wied. mit d. Hand zuſammengedrückt wurden	3,984	—	—	—
im Homb. Areom.	—	—	—	7,305

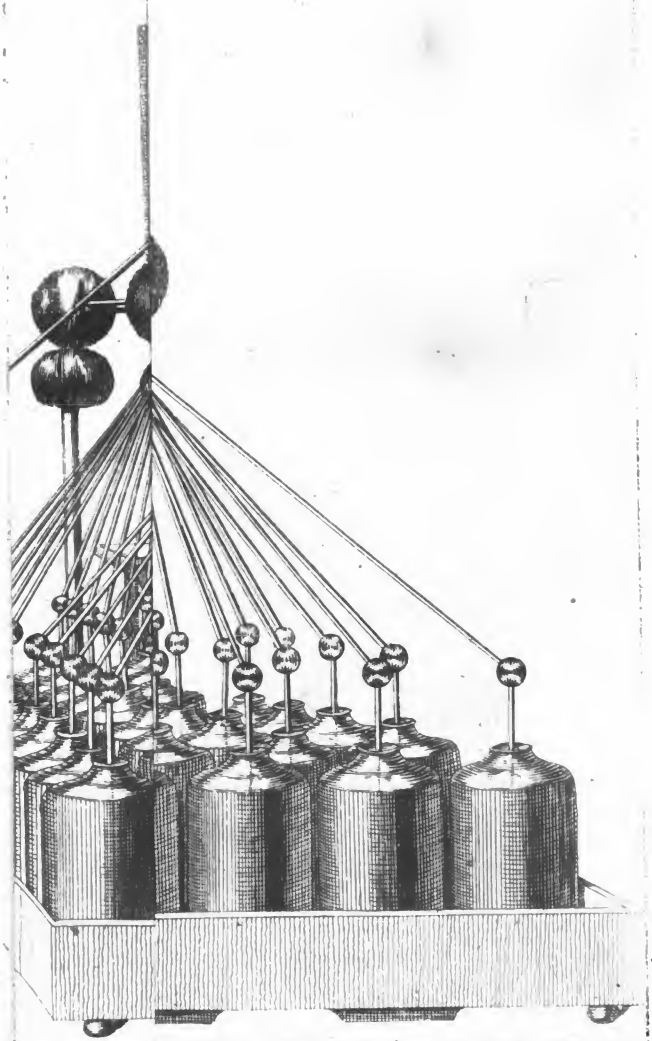
Digitized by Google

Was den dritten Grund betrifft, den Haffenfratz in seiner Vertheidigung diesen Gründen beifügt, nämlich die Compressibilität des Wärmestoffs und seine Anziehung zu den Molekülen der Körper; so hat es damit nach seiner Vorstellung folgende Bewandtniss: So lange diese Molekülen des festen Körpers zusammenhängen, befindet sich der Wärmestoff in einer desto grössern Bedrängniss, je mehr jene durch ihre Affinität zusammenhängen. Zerbricht man den Körper, so bleibt zwar der Wärmestoff daran hängen, aber jetzt ist es nothwendig, dass er wegen der verminderten Zusammendrückung einen grössern Raum einnimmt. Die Molekülen der Flüssigkeit, in welche man den Körper zum Wägen einsenkt, werden zu den Molekülen des festen Körpers nach ihrer Affinität gezogen; indem sie nun die Aussenseite nässen, drücken sie den Wärmestoff der Aussenseite zusammen, und das Verhältniss dieser Compression des Wärmestoffs, welche derselbe vor dem Zerbrechen erlitt, bestimmt eine Gleichheit oder Ungleichheit der Dichtigkeit.

Ich übergehe alles Unwahrscheinliche dieser Erklärung, und glaube das Fehlerhafte derselben hinlänglich bewiesen, wenn ich erinnere, dass diese Differenz auch auf die Resultate im Hombergischen Areometer wie auf alle übrige Areometer gleichen Einfluss haben müsse, welches unmittelbar durch Haffenfratz's eigne Erfahrungen widerlegt wird. *A.*

Dass im zweiten Versuche das specifische Gewicht der vereinigten Blätter nach dem Auspumpen im Hombergschen Areometer kleiner als zuvor war, lag daran, dass einige Blätter durch die aufsteigenden Luftblasen von den übrigen getrennt worden waren. Im dritten Versuche war die Luft gleich anfangs ausgepumpt worden, und die Blätter blieben immer unter dem Wasser. *d. H.*

Digitized by Google



f. 18.

Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

Digitized by Google

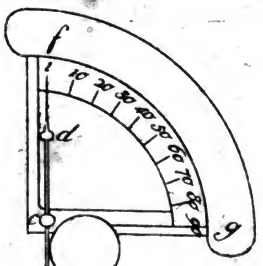


Fig: 3.

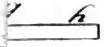
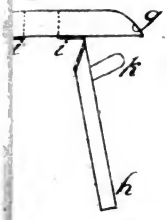


Fig: 2.



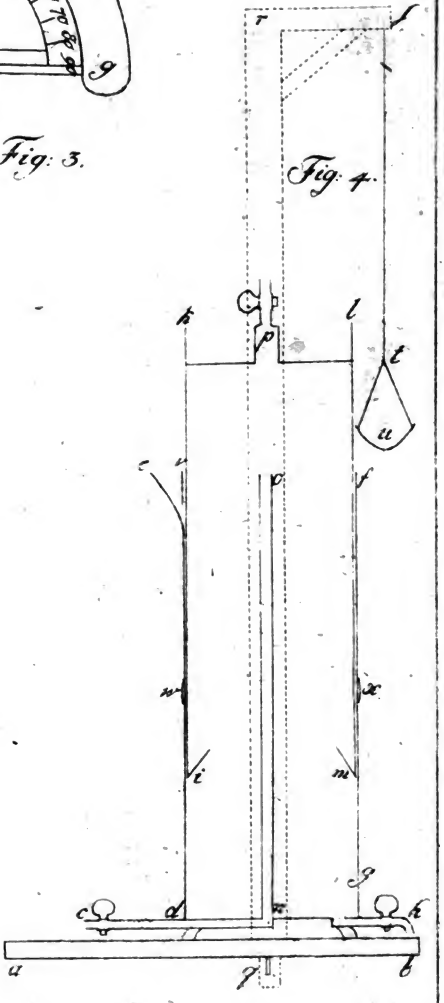
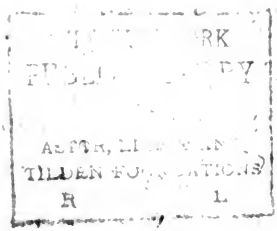
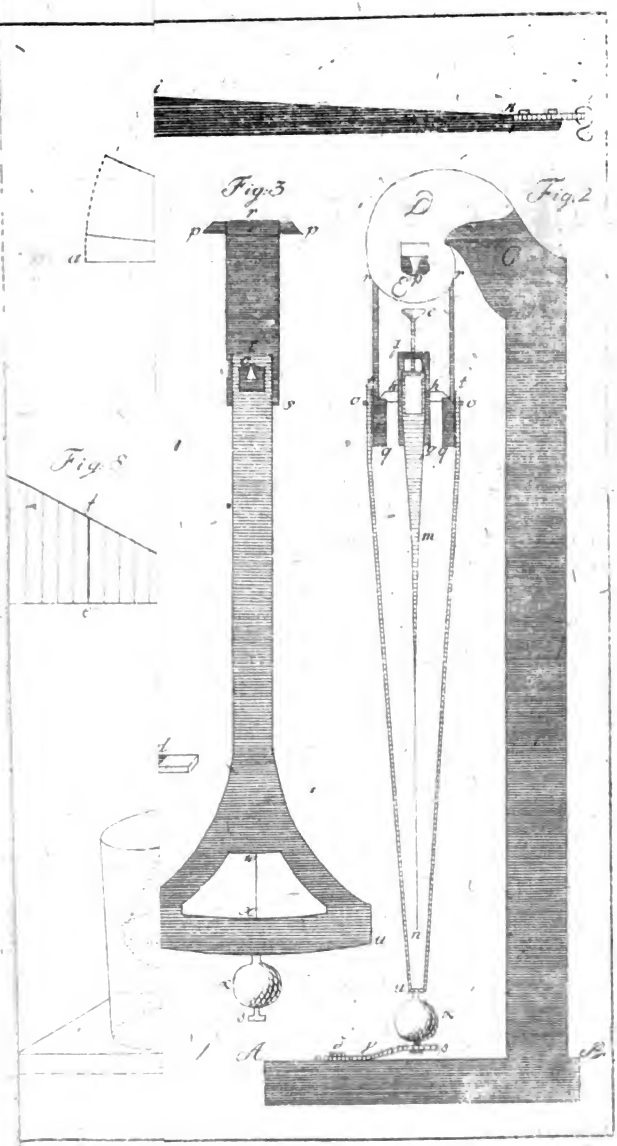


Fig: 4.

Digitized by Google


RK
DY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

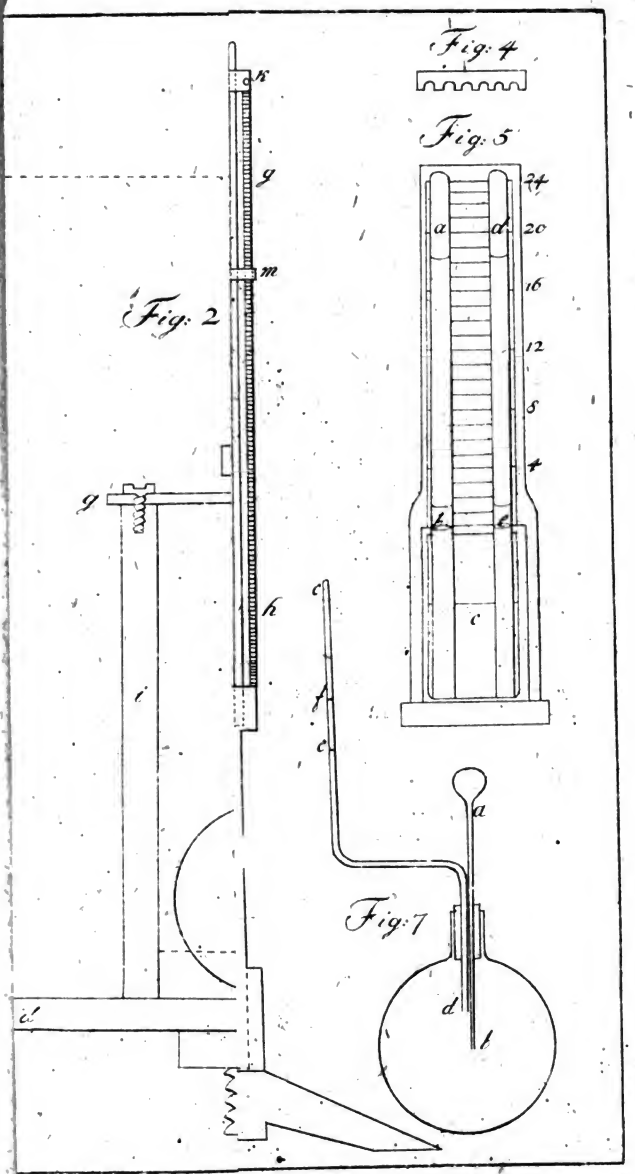
Digitized by Google



Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Digitized by Google



If. 1 Cl. 2 H.

Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R

Digitized by Google

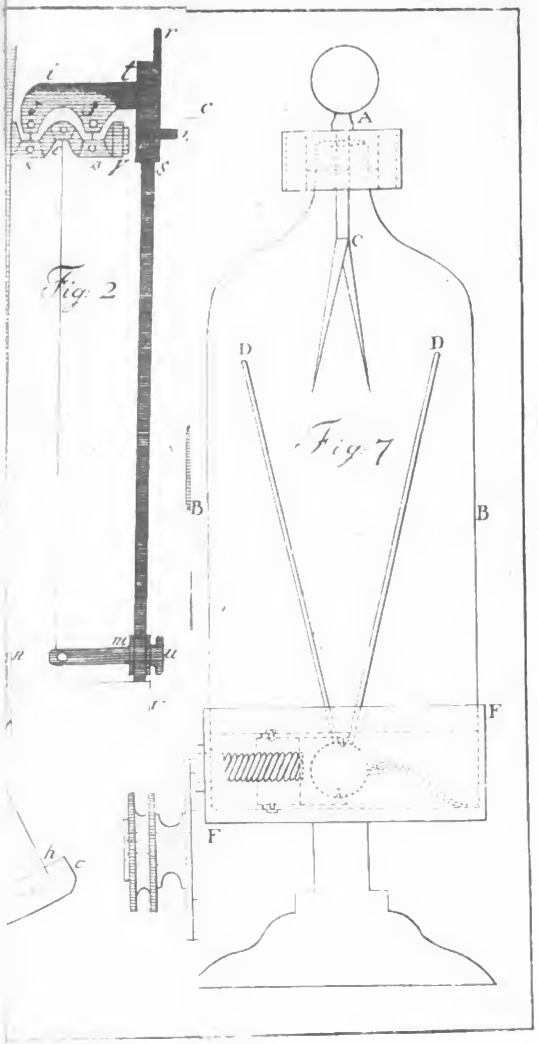


Fig. 2
Fig. 7
A
C
D
D
B
B
F
F

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

Digitized by Google

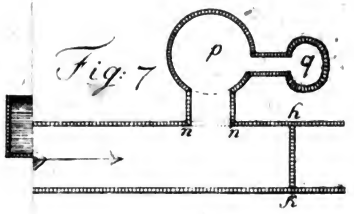


Fig. 7

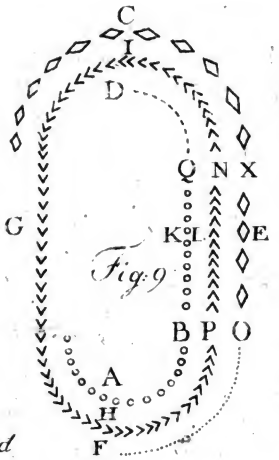


Fig. 9

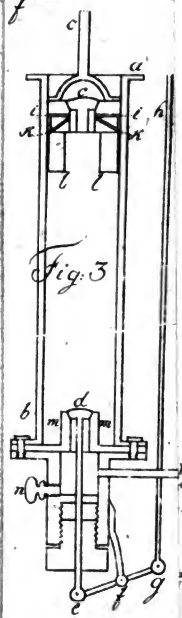


Fig. 3

Phys. 1 B. 3 St.

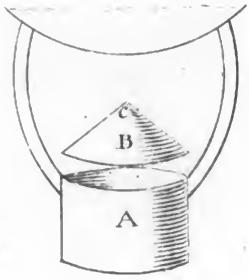
Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
L

Digitized by Google

Fig. 3

Fig. 4



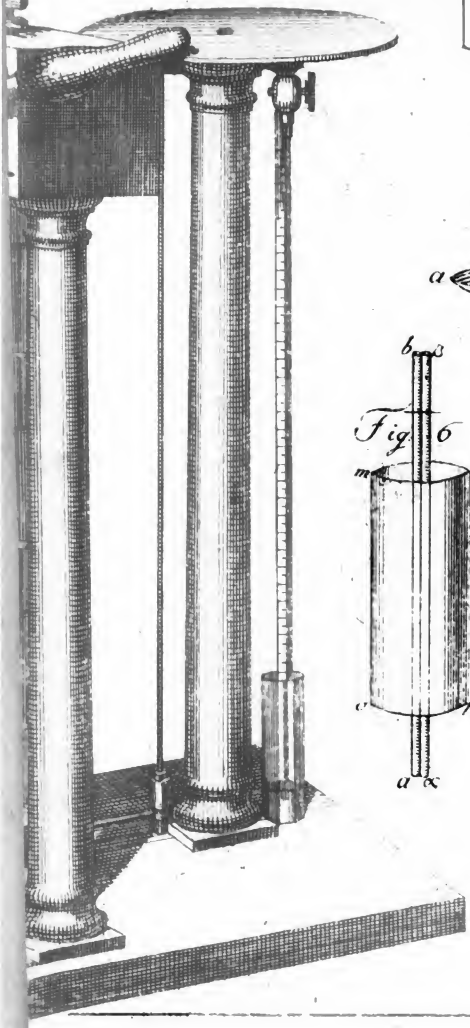


Fig. 7

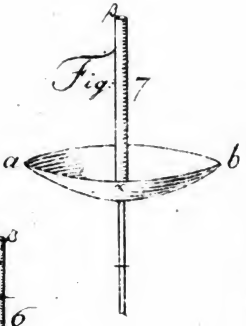
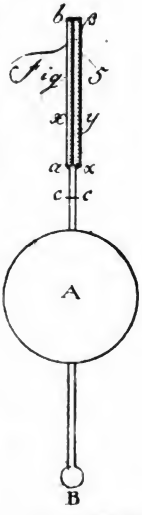


Fig. 6

Fig. 5



Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
L

Digitized by Google

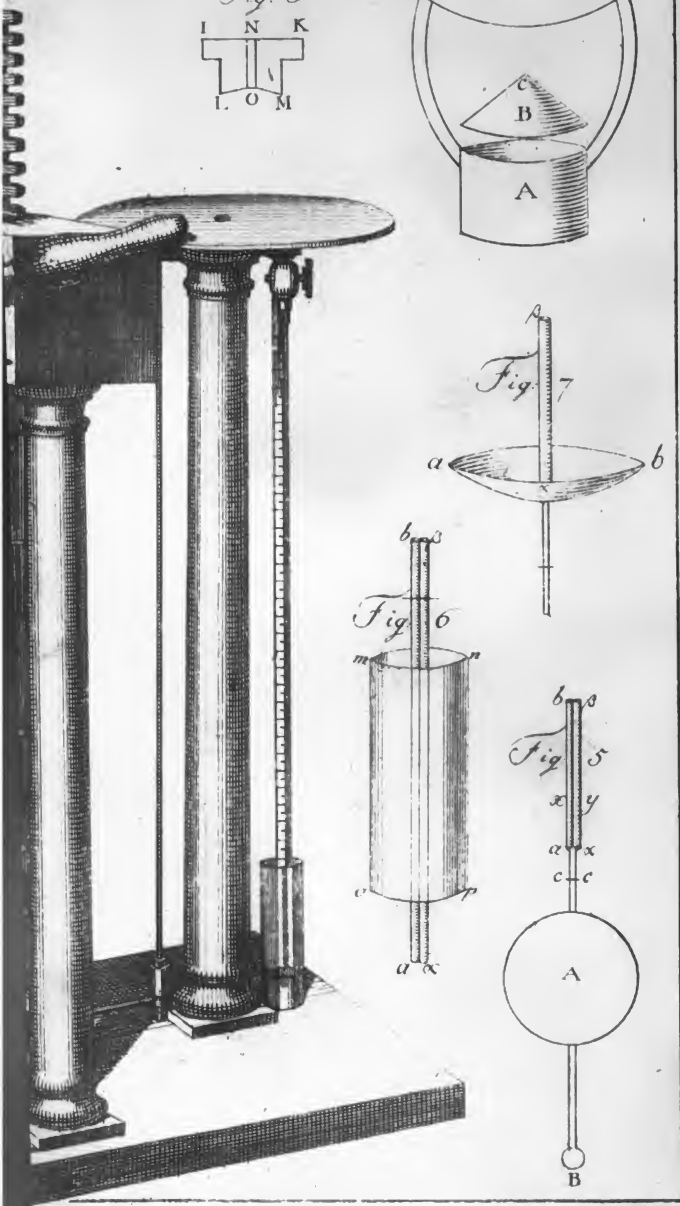
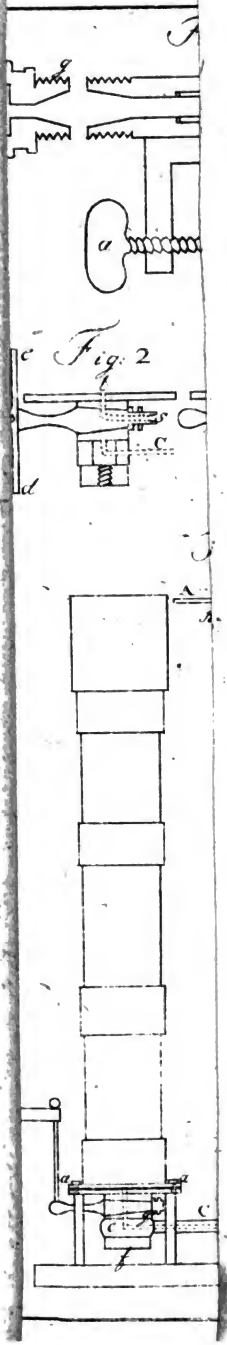


Fig. 4
Fig. 3
I N K
L O M
c
B
A
Fig. 7
a
b
Fig. 6
m
n
o
p
a x
Fig. 5
x y
a x
c c
A
B

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

Digitized by Google



THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

Digitized by Google

Digitized by Google

NT
JW

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SEP 2 5 1935